SYSTEM PROGRAM

MZ-80K

SHARP CORPORATION

MZ-80K

Hyperboreer
Hippomolgen
Kikonen
Skylla
Ithaka
Trinakrie
Kyklopen
Ogygia
Sparta
Kreta
Paphlagonier
Lydien
Cypern
Phönicien
Theben
Region des Tages
Pygmaen
Erember
Äthiopen
Fluss
Okeanos

SYSTEM PROGRAM

ASSEMBLER	SP-2101
TEXT EDITOR	SP-2201
RELOCATABLE LOADER	SP-2301
SYMBOLIC DEBUGGER	SP-2401
EDITOR-ASSEMBLER (OPTION)	SP-2102
	SP-2202

MZ－80系システムは，クリーンコンピュータを設計思想として開発されたものです。製品定格および命令仕様は，将来のバージョンアップで予告なしに変更，追加，削除されることがあります。そのため，提供されるモニター（ROMで提供），システム・プログラム（カセットテープなどで提供）のバージョンナンバーには特にご注意をお願い致します。
記載事項について間違いはないものと信じておりますが，本資料は"SYSTEM PROGRAM"をご理解していただくため作製したものですので，バージョンアップによる内容の相違，誤植，記載もれなどからおこる問題点に関しては，原則的に責務は負いかねます。
なお，本書の作製は，モニターSP－1002，ASSEMBLER SP－2101，TEXT EDITOR SP－2201，RELOCATABLE LOADER SP－2301，SYMBOLIC DEBUGGER SP－2401にもとづいております。

目次

MZ-80K

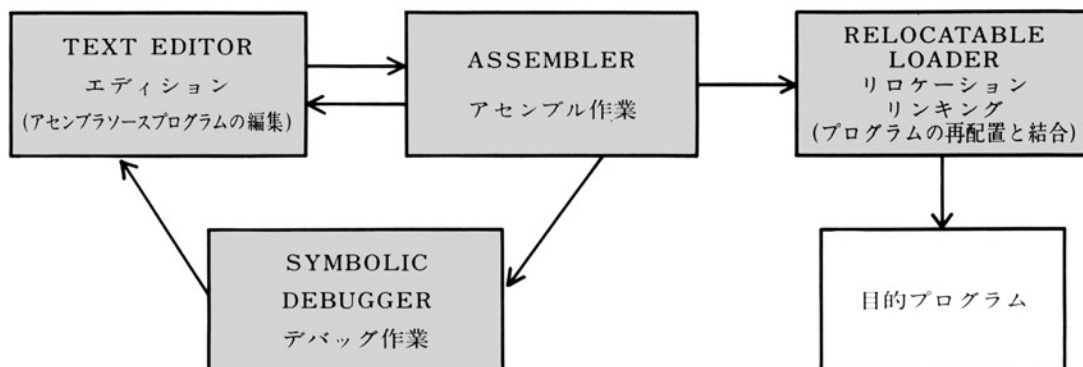
Hyperboreer
Hippomolgen
Skylla
Trinakrie
Kykiopen
Ithaka
Sparta
Lydien
Phönicien
Theben
Region des Tages
Pygmaen
Ethiopen
Fluss
Okeanos

第1章
SYSTEM PROGRAM
概要

MZ-80K

Hyperboreer
Hippomolgen
Kikonen
Skylla
Trinakrie
Kyklopen
Ithaka
Sparta
Ogygia
Kreta
Lydien
Rhodus
Cypern
Phönicien
Theben
Region des Tages
Erember
Athiopen
Pygmaen
Fluss
Okeanos

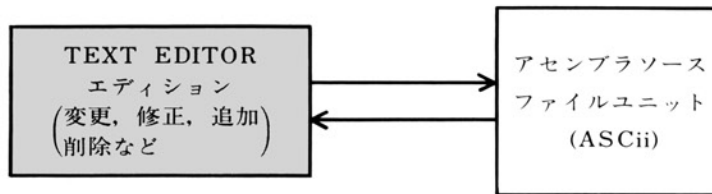
SYSTEM PROGRAMは，ASSEMBLER，TEXT EDITOR，RELOCATABLE LOADER，SYMBOLIC DEBUGGERの各システムプログラムから構成される，Z80アセンブラプログラミングを行うためのソフトウェアセットである。アセンブラプログラミングは，コンピュータシステムの中央処理装置(CPU)が実行することのできる命令群の1つ1つを表現した記号，すなわちアセンブリ言語によってプログラミングを行うものであり，システムを，いわばその素材としての基本機能から追求するものであるということができる。CPUレヴェルでのプログラミングの方法には，機械語コードを命令語としてじかに取り扱う方法も行われるが，その場合に生ずるいろいろな困難な点，たとえば命令が直感的に捉えにくいこと，アドレッシングが相対化できないこと，変数の概念を活用できないことなどについて，アセンブラプログラミングでは有機的に機能が高められ，困難が取り除かれている。すなわち，プログラマは，CPUインストラクションセットのニモニックを用いてプログラムを記述し，さらにその命令中で参照するデータ，アドレス等の値をプログラマが任意に選んだシンボルを使って表現することができる。アセンブリ言語によるプログラムをCPUが実行できる機械語へ変換する作業は，アセンブラおよびローダが機械的に行うのである。機械語コードを命令として直接用いるプログラミングを行うために**MACHINE LANGUAGE** (SP-2001) がサポートされている。このソフトは，CPU動作についての学習を主眼としたものであるが，SYSTEM PROGRAMは，その上位に位置づけされ，機動性，開発性が存分に盛られているのである。

アセンブリ言語を用いたアセンブラプログラミング(ソースプログラムの作成)から，目的プログラムの作成までを**アセンブル過程**と呼ぶことにすると，アセンブル過程には，プログラムのアセンブル，リロケーション，リンキング，デバッグ，エディション等の幾つかの過程が含まれており，各過程の実行はシステムプログラムの各ソフトがそれぞれ担当する。

アセンブル過程概念図

上図は，SYSTEM PROGRAMによるアセンブル過程の概念を示している。目的プログラムの作成までに幾つかの段階的な過程を経ていることがわかる。プログラムの作成段階は，上図の左の部分，すなわち，エディション，アセンブル作業，デバッグ作業を繰り返すことによって進められる。最初に，TEXT EDITORによってアセンブラソースプログラムを作成し，プログラムファイルをASSEMBLERに入力する。そこでアセンブラソースプログラムのアセンブル作業が行われるが，その際プログラム中にエラーが検出されれば，アセンブラメッセージとしてエラー表示が得られるので，エディタへ戻ってソースプログラムの変更，修正作業を行う。アセンブラ規約上のエラーが排除されたら，リロケータブルバイナリファイルを出力して，SYMBOLIC DEBUGGERに入力する。デバッガは，プログラムを，そのリンクエリア内に実行可能な形で構成して，実際にプログラムを走らせることができる。その際，プログラマは，プログラム中に適宜ブレークポイントを置いて，プログラムの実行を中断，継続させたり，CPUレジスタの内容，メモリの内容を表示させ変更するなどの，いわゆるデバッグ操作を行うことができる。このデバッグ過程によって，プログラムの構成上の誤りなどを見つけ出したら、やはりエディタへ戻って，ソースプログラムの編集をしなおすことになる。こうして，アセンブラソースプログラムの作成が終了したら，アセンブラ出力のリロケータブルバイナリファイル(複数のファイルであってよい)をRELOCATABLE LOADERに入力して，目的とする実行形式をもつ機械語プログラムを得る。

SYSTEM PROGRAMの各ソフトウェアについて，それがアセンブル過程においてになう役割，機能，出力ファイルの性質などの点を順に概説する。

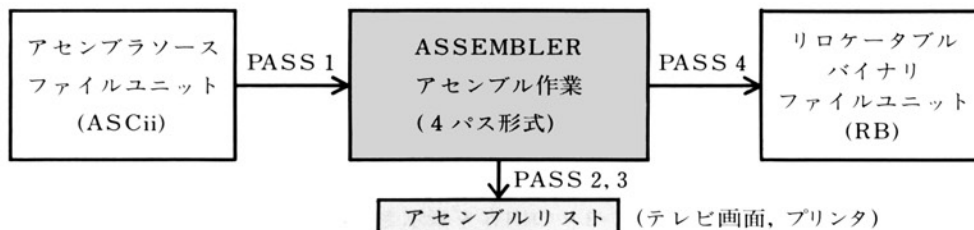
TEXT EDITOR (SP-2201) は，アセンブラソースプログラムユニットを作成，または編集するシステムプログラムである。ここで，アセンブラソースプログラムユニットと言うのは，作成するプログラムの部分的な単位を示すものであり，通常，目的プログラムは，幾つかのプログラムユニット（たとえばメインプログラム，サブルーチンプログラム，データ群などのユニット）をリンクして構成される。アセンブラソースプログラムユニットは，アセンブリ語命令文，ラベルシンボル，コメント文，セパレータ，行の区切りなどの要素から成り，それらは，ASCiiコードによってコード化される。エディタ出力として得られるアセンブラソースファイルは，そうしてエディットバッファ内にコード化されたアセンブラソースプログラムユニットをそのままファイル上へ移したものである。

アセンブラソースファイルは，プログラムの変更，修正，追加のために，エディットバッファへローディングして戻すことができる。こうしてアセンブラソースファイルに必要な手を加えて行き，プログラムを完成するのである。

TEXT EDITORによるエディション過程

アセンブラソースプログラムユニットの変更，追加等の編集作業を行うのに，エディットバッファ内に置かれたキャラクタポインタ（ character pointer ）というポインタを用いる。これは，BASICテキストの編集で使われるカーソルに相当するような役割を果す。

ASSEMBLER (SP-2101) は，SYSTEM PROGRAMの中枢となる働きをもつ。すなわち，TEXT EDITORによって出力された，アセンブラソースプログラムユニットを読み込み，アセンブラ規約に従ってアセンブル作業を実行する。ASSEMBLERは出力として，アセンブルリストの表示(テレビ画面上および，プリンタ上)と，リロケータブルバイナリファイルを得る，リロケータブル形式のマクロアセンブラである。

入力アセンブラソースファイルは，ラベル，オペレーションのニモニック記号，擬似命令，注釈文，エンド文から構成され，それらはアセンブラ規約に従う文法で記述されなければならないが，もしその中に文法上の誤り等が検出されると，エラーメッセージがアセンブルリスト上へ表示される。

出力のリロケータブルバイナリファイルは，ソースファイルと目的ファイル(アブソリュートバイナリファイル)の中間で，プログラムを再配置 (relocation) およびリンク (linking) が可能な状態として構成するファイルである。即ち，アセンブル作業は，アセンブリ言語の機械語コード化を行うものであるが，オペランドのアドレス形式および，リンク形式については未定義状態として，最終的にローダによって絶対アドレスが決定されるようになっている。ここにアセンブラプログラミングのグローバルな，結合，拡張性が図られている。

ASSEMBLERによるアセンブル過程

ASSEMBLERは4パス形式をとっている。PASS 1はソースファイルの読み込みによるシンボルテーブルの作成過程，PASS 2，PASS 3はそれぞれテレビ画面およびプリンタ上へアセンブルリストをタイプアウトする過程，そしてPASS 4は，リロケータブルバイナリファイルの出力過程となっている。

SYMBOLIC DEBUGGER (SP-2401) は，プログラムのデバッグを行うためのシステムプログラムである。SYMBOLIC DEBUGGERはASSEMBLER出力の，1つのリロケータブルバイナリファイル，あるいは複数のリロケータブルバイナリファイルをリンクエリア内に，即時実行形プログラムとしてリンキングロードを行い，プログラムを実際に走らせることによってデバッグ作業を行うものである。

デバッグ作業は，リンクエリア内に構成されたアブソリュートバイナリの形式をメモリダンプによって調べたり，特にプログラム中の任意の箇所に，プログラム実行を中断させるブレークポイント（break point）を置いて，CPU内部レジスタの内容の変化を調べたり変更したりすることによって進めることができる。また，CPU内部レジスタを，ある値に設定した状態で，任意の箇所からプログラムをスタートする（indicative start）こともできる。

SYMBOLIC DEBUGGERによるデバッグ過程

SYMBOLIC DEBUGGERにおける"SYMBOLIC"という概念は，デバッグ操作を行う際に指定するアドレス（たとえば，ブレークポイントの設定箇所など）を，16進数表現の絶対アドレスで指定する以外に，ソースプログラム中で用いたエントリ宣言のなされているグローバルシンボルを用いて，相対的に指定することができるということを意味している。これによって、リロケータブルバイナリの段階での相対アドレス値やローディングの際指定したバイアス値などを覚えている必要がなくなる。

RELOCATABLE LOADER (SP-2301) は，デバッグ作業が終了した時点で，最終的に目的プログラムを構成しファイル出力するためのシステムプログラムである。RELOCATABLE LOADERは複数のリロケータブルバイナリファイルユニットを，プログラマが指定する形式で再配置（relocation）およびリンク（linking）を行いながらリンクエリア内に絶対形式（アブソリュートバイナリ形式）でローディングして行き，それが終了したら，アブソリュートバイナリを目的ファイルへ，実行アドレスおよびデータアドレスを指定して出力する。こうして得られた目的ファイルは，それ自体で独立したプログラムと考えることができる。すなわち，モニタでローディングを行い，実行アドレスに指定したアドレスからプログラムを直ちに実行することができる。たとえば，1200番地からスタートする"TINY BASIC"などを実現することが出来る。(MACHINE LANGUAGEではこのような再配置や，実行アドレス，データアドレスの設定はできない。)

RELOCATABLE LOADERによるリロケーション，リンキング過程

RELOCATABLE LOADERは，プログラムのリロケーション，リンキングおよび，アブソリュートバイナリファイルの出力コマンドだけを持ち，実行コマンドあるいは編集コマンドは持たない。これは，1つに，リンクエリア内に構成されるアブソリュートバイナリは，再配置とリンク作業のため一担メモリエリアを使うだけで通常実際のアドレスとは実行形式が異るからであるし，またその必要もなく，できるだけサイズの大きな目的プログラムを構成することができるよう，デバッグツールとなるプログラムなどは一切持たず，リンクエリアとして使用できるエリアを拡げているからである。SYMBOLIC DEBUGGERのリロケーション，リンキングコマンドの持つ意味と異る点である。

以上がSYSTEM PROGRAMとしてサポートされる各プログラムの概要である。SYSTEM PROGRAMのアセンブル過程は，その各段階に於ていくつかのマクロ的な取り扱いができ，機械語によるプログラミングに伴う困難な側面が緩和されている。もちろんプログラミングのレヴェル自体は，やはりシステムに対してモザイク的な性格を持っていることに変わりはないが，そこにマクロ的な扱い易さだけでないもっと豊かな可能性が息づいているのである。

われわれのコンピュータシステムMZ-80系は，"クリーンコンピュータシステム"という発想によって作られたパーソナルコンピュータである。"クリーンコンピュータ"という考え方は，一口で言うと，システムに，様々な発展性，拡張性を持たせるよう，機能を固定化しないということであり，具体的には，BASICプログラミング、機械語プログラミング，そしてこのアセンブラプログラミングなどを，それぞれに固有な特徴を充分発揮して行うことができるということである。すなわち，MZ-80系システムは，メモリエリアの構成を，いつもソフト的にクリーンな状態とし，多様なシステムプログラム，拡張プログラムへの自由な対応が図られているのである。
SYSTEM PROGRAMのサポートは，MZ-80系システムのこの"クリーンコンピュータ"という特質を更にもう一段高めた形で強調することになると考えられる。すなわち，SYSTEM PROGRAMは，文字通りMZ-80系システムのシステム開発を行うものであり，BASIC, MACHINE LANGUAGEなどと同列の新しいシステムプログラムを，ユーザの手で作り上げることができるからである。たとえば，ユーザの使用目的に合わせた，独自のBASICインタプリタを作成したり，FORTRANコンパイラ，PASCALなどの実現も不可能なことではないのである。

本書は，次章から各システムプログラムの解説，使い方の説明がなされたあと，例題集およびシステムコントロールに関する資料とから構成される。例題集は，10の例題からなり，システムプログラミングにとって基礎的な要素となるものがそれぞれ含まれている。程度が高いと思われる読者は，巻末に示した参考文献，あるいは，その他のアセンブラプログラミングの入門書で学習されるとよい。システムコントロールに関する資料は，MZ-80系システムのハードウェアとのつながりをまとめたものである。

第2章
ASSEMBLER
SP-2101

MZ-80K

Hyperboreer
Hippomolgen
Kikonen
Skylla
Trinakrie
Kyklopen
Ithaka
Sparta
Kreta
Lydien
Solimer
Phönicien
Cypern
Thebe
Liby
Erember
Athiopen
Region des Tages
Pygmaen
Fluss
Okeanos

2—1　アセンブラ概要

ASSEMBLER SP-2101は，TEXT EDITOR SP-2201により作成，編集されたアセンブラソースファイルをアセンブルして，リロケータブルバイナリファイルを出力するリロケータブル形式のマクロアセンブラである。リロケータブルバイナリファイルは，ソースファイルと目的ファイル（アブソリュートバイナリファイル）の中間で，プログラムを，再配置（relocation）およびリンク（linking）が可能な状態として構成するファイルであり，アセンブラプログラミングによるグローバルな結合，拡張性が図られている。即ち参照アドレスは，最終的にローダで決定され，ラベルシンボルのグローバルエントリ宣言擬似命令ENTの使用によってローダで各プログラムユニットをリンキングすることが可能である。

入力ファイルは，アセンブリ言語，即ち，ラベル，オペレーションのニモニック記号，擬似命令，注釈文，エンド文から構成され，それらはアセンブラ規約に従う文法で記述されなければならない。エディタによって編集されたソースプログラムはASCiiコードでコード化され，ファイル出力される。アセンブラは，このASCiiコードによるソースプログラムの構文解釈を行い，リロケータブルバイナリを作成するが，その際，シンボルアドレス(データ)の定義状態，文法の誤り等のメッセージの表示を行う。メッセージの表示は，テレビ画面上，またはオプションのプリンタ上でアセンブルリスト中のメッセージ欄に行われる。

ASSEMBLER SP-2101は，4パス形式をとっている。アセンブラでのパス（PASS）とは，ソースファイルとしての1つのプログラムユニットあるいはデータユニットを初めから終りまで1回システムが読み込む作業をいう。この場合，1つのプログラムユニットまたはデータユニットとは，END文で終了する1連のアセンブラソースプログラムまたはデータである。

実際のパスは2通りの方法で行うことができ，それは，外部ファイル（カセットファイル）を読み込む方法と外部ファイルをシステム内にロードしてそれを読む方法とである。どちらの方法を用いるかはPASS 1を行う場合に選択する。外部ファイルを読み込む方法を選択すると，各パスで必ずカセットソースファイルの読み込みを行わなくてはならないが，ソースファイルによってRAMエリアが占有される部分がないので，他の方法より，アセンブル作業の実行できるソースファイルの大きさはずっと大きいことになる。

各パスの作業内容は次の通りである。

PASS 1　アセンブラソースファイルを読み込み，アセンブル作業に必要なシンボルテーブルを作成する。パスの方法の選択で" RAM "を指定した場合にはシンボルテーブルの作成とともにアセンブラソースファイルをそのままRAMエリアにロードし，RAM上にファイルコピーを作成する。

PASS 2　アセンブラソースプログラムを読み込み，シンボルテーブルをもとに，アセンブル作業を行い，アセンブルリストをテレビ画面上に表示する。アセンブルリストは，ソースプログラムと，ラインナンバ，相対アドレス，リロケータブルバイナリコード，アセンブラメッセージとから成る。

PASS 3　アセンブルリストのハードコピーをとるために，オプションのプリンタへアセンブルリストを出力する。リスト上に表示される内容はPASS 2のものと同じであるが，オプションプリンタ（放電式またはドット式）は80桁のラインプリンタであり，1命令が1ラインで表示される。(PASS 2のテレビ画面上のアセンブルリストは2行ずつとなる。)

PASS 4　アセンブラソースプログラムを読み込み，シンボルテーブルをもとに，アセンブル作業を行い，リロケータブルバイナリをRAMエリアに作成する。リロケータブルバイナリが作成された後にfilenameで指定する出力ファイルにリロケータブルバイナリファイルを出力する。リロケータブルバイナリファイル上のコードのフォーマットは，命令単位に定義状態を示すフレーム，シンボルフレーム，オペコード，オペランドから構成される。

アセンブラは以上の作業を機械的に実行するだけであるからエラーメッセージが表示された場合の修正，変更などは，エディタに戻ってソースファイルを編集し直すことになる。

2―2　アセンブラ言語規約

アセンブラソースプログラムは，アセンブラ言語規約に従った文法で記述されなくてはならない。この節では，アセンブラソースプログラムの文構造，文を構成する言語規約について解説を行う。

アセンブラソースプログラムは，そのアセンブル単位であるアセンブラソースプログラムユニットによって構成される。アセンブラソースプログラムユニットとは，END文で終了する1つのソースプログラムであるが，アセンブラは，このプログラムをアセンブル単位としてアセンブル作業を実行して，リロケータブルバイナリファイルユニットを出力することになる。アセンブラソースプログラムが複数のアセンブラソースプログラムユニットから成る時は，アセンブラ出力のそれぞれのリロケータブルバイナリファイルユニットをローダでリンキングして構成することになる。

アセンブル単位としての1つのアセンブラソースプログラムユニットは次の各文要素より構成される。

Z80 インストラクションニモニックコード
ラベルシンボル
コメント文（注釈文）
擬似命令 ｛ **定義文** / **エントリ文** / **リロケート文** / **スキップ文（ホーム文）**
擬似命令　**エンド文**

このうちコメント文(注釈文)は，プログラマが適宜置くことのできるものであるが，これはプログラム自体には何ら影響せず，リロケータブルバイナリファイルには情報は残されない。アセンブラソースプログラムユニットは，擬似命令ENDによるエンド文で終わらなくてはならない。

Z80 インストラクションニモニックコードとは，文字通りZ80アセンブリ言語による命令コードのことであり，プログラムの本文を構成するものである。Z80インストラクションニモニックコードは，SYSTEM PROGRAM別冊"**Z80 PROGRAMMING MANUAL**"で使用されているコードを用いる。

即ち，最大4桁までのオペコード（CALLとかJPとか)，セパレータ（スペース，コンマ など）およびオペランドの各要素からなる。

ラベルシンボルは，マクロアセンブラで，アドレスまたはデータをシンボリックに表現するためのものであり，ニモニックコードの前のラベル欄に置かれ，セパレータ"："によって命令文から区別される。または命令文のオペランド中に置かれてシンボル参照が行われる。

ラベルシンボルは，最大6文字までが有効である。7文字以上を使用した場合，7文字目以降はシンボルの識別に関係しない。たとえば，ABCDEFGとABCDEFHは同一のシンボルと見做される。

ラベルシンボルに使用する文字は通常，英数字であるが，セパレータまたは特殊記号として用いられる文字以外の文字も使用することができる。

コメント文は，セパレータ"；"以降，CR コードまでの文である。プログラム上では注釈としての意味をもつだけである。

擬似命令は，2―4項で詳しく説明される一群のアセンブラ自体に対する命令であり，Z80インストラクションニモニックコードと同様の欄に記述される。擬似命令には，定義文，エントリ宣言文，リロケート文，スキップ文などがある。

エンド文は，擬似命令のうちの1つであるが，アセンブラソースプログラムユニットはこのEND文によって終わらなくてはならない。

文字，記号（character）

アセンブラソースプログラムで使用される文字は，英数字，特殊記号，その他のキャラクタであり，このうち特殊記号はアセンブラに機能的に働きかけるものである（セパレータ":"，";"や CR ，SPACE コードなどがそれである)。

前頁に示した，アセンブラソースプログラムの各文要素は，これらの文字，記号から構成される。

1） 英文字　A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z

シンボルや、インストラクションニモニックコードを表現するために用いられる。また，A～Fの6文字は16進の数値としても使用される。またDはdecimal（10進），Hはhexa（16進）の意味にも使われる。

2） 数　字　0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

定数（10進数または16進数）や，シンボルを表現するために用いられる。定数が，10進表現であるか16進表現であるかは，後に示す定数規約の約束に従って区別される。

3） スペース（空白，SPACE コード）

テキストエディタのTコマンドでソースリストを表示すると，スペースはそのまま表示されるが，アセンブラでは，コメント文中以外ではセパレータとなり，アセンブルリスト表示でタブレーション機能を持つ。

スペースコードがセパレータとなるのは，オペコードとオペランドの間，およびオペランドとコメント欄の間（或いは，オペコードとコメント欄の間）に置かれた場合である。

4） コロン　":"

ラベルシンボルと，命令文（オペコードまたは擬似命令）の間に置かれた場合セパレータとなる。アセンブルリスト表示でタブレーション機能をもつ。

（例）
```
START:  LD      SP, START
MAIN:   ENT
↑       ↑
タブセット タブセット
```

この場合，命令文が無くてもラベルシンボルとしてアドレスを定義させることができる。(シンボルの項を参照。

（例）
```
ENTRY:                 ←"ENTRY"は"TOP0"と同一のアドレスに定義される。
TOP0:   PUSH  HL
```

5） セミコロン　";"

コメント文（注釈文）の始まりを表明するものであり，この後，行の終りまではプログラムには全く関係しない。行の先頭または，コメント欄の先頭に用いる。

（例）
```
;
;  SAMPLE  PROGRAM          } 行の全体がコメント
;
CMMNT:  ENT                 ;  COMMENT
                            └─コメント欄─┘
```

6) キャリッジリターン（ CR コード）

行の終りを示す。

7) その他の特殊記号　＋－ ’（ ），

＋－’（ ），などは特殊記号として，命令文中で使用される。

8) その他のキャラクタ

システムに用意されている，その他のキャラクタ，たとえばグラフィックパターンやカナ文字などは，コメント欄，ラベルシンボルなどに使用することもできるが，一般には使用しない。

カーソルコントロール用のキャラクタを，ソースプログラム中で記述すると，テレビ画面のリスト表示の際に，カーソルコントロールが実行されてしまうこともある。(たとえば，"Ⓒ"コードを使っていると，そのリスト表示の際，画面がクリアされ，カーソルホームが実行される。それを避けるために，キャラクタ"Ⓒ"を用いずに，アスキーコード16Hを用いることができる)

行（line）

アセンブラソースプログラムの1行は，英数字，記号などで構成され，キャリッジリターンで区切られる。1行中に含まれる文は，コメント文を除くと，Z80インストラクション命令文，擬似命令文，エンド文，もしくはスキップによる空白，のいずれか1つの文である。

1行は，アセンブルリスト表示の際に，その構成要素にしたがったタブセットによって配置される。(P.14のアセンブルリスト表示を参照)

シンボル（symbol）

シンボルは，特殊記号以外の文字，記号を用いて作ることができるが，一般には英数字を用いる。シンボルは，6文字以内で構成されなくてはならない。7文字以上のシンボルを用いても，7文字目以降はアセンブラでは無視される。

（例）　よい例　　ABC　　START　　BUFFER　　50STEP

　　　悪い例　　(ABC)　　,HL　　IY＋3　　XYZ＋3　　←特殊記号を用いている。

　　　7文字以上　COMPARE0 ←┐
　　　　　　　　　COMPARE1 ←┘ 同一のシンボル"COMPAR"として取り扱われる。

シンボルのデータ定義（1バイトまたは2バイトデータ）は擬似命令EQUによって行われる。

```
（例）     ABC：      EQU    3
           CR：       EQU    0DH
           VRAM0：    EQU    D000H
```

シンボルをリロケータブルアドレスに定義するには，命令文の前に，セパレータ"："を置いて定義すればよい。グローバルシンボルとして定義するには，擬似命令ENTを用いる。

```
（例）     RLDR：     ENT
           RLDR0：    PUSH  HL
```

シンボルをオペランドで用いる場合，たとえば，CALL ABCという命令の場合，アセンブラは，オペランド"ABC"をはじめシンボルとして，シンボルテーブルを検索する。シンボルテーブルに"ABC"が見つからなかった場合は，16進データ"0ABCH"と見做して，0ABC番地をコールすることになる。

シンボルを参照する場合（即ち，オペランドで使用する場合），そのシンボルは同一のアセンブラソースプログラムユニットで定義されているか，外部ユニット中でグローバル定義がなされていなければならない。そうでない場合，シンボル値は，未定義のままバイナリコード化される。

一度定義されたシンボルを再度定義することはできない。

シンボルのリロケータブルアドレス定義には次のような使い方もできる

（例）

```
ABCD:   ENT
EFGH:   ENT
IJK:    LD    A, B
```

シンボル"ABCD""EFGH""IJK"はいずれも，LD A, Bのオペコードアドレスに定義される。このうち"ABCD"と"EFGH"はグローバルシンボルである。

```
ABCD:
EFGH:
IJK:    LD    A, B
```

上と異る点は，"ABCD""EFGH"はグローバルシンボルではない点である。

（注）外部宣言（ENT, EQU）に使われるシンボルについては，外部からオフセットをつけた参照を行うことはできない。

（例）

```
XYZ: EQU   6000H
ABC: ENT
     LD    A, B
     LD    HL, XYZ+3    ←――― 不可
     JP    DEF+3        ←――― 不可
DEF: ENT
     JP    ABC+1        ←――― 不可
     LD    DE, XYZ+10   ←――― 不可
     JP    ABC
     END
```

定数（constant）

定数には，10進数と16進数とがある。符号は，"＋""－"を用いることができるが，符号の無い場合は"＋"の省略形と見做す。

アセンブラは定数（キャラクタは０１２３４５６７８９ＡＢＣＤＥＦ＋－ＤＨから構成される）を読み，数字だけで構成されている時は，10進と見做す。また最後の桁が"Ｄ"で他の桁がすべて数字の場合も10進と見做す。

（例）次の定数はいずれも10進数である。

23　999　＋3　－62　16D（16）　0003D（3）

それ以外の場合は16進数と見做すが，原則として16進数の場合は，最後に"Ｈ"をつけなくてはならない。

（例）次の定数はいずれも16進数である。

2AH　CDH　＋01H　－BH　0010H　00ADH　00H

2—3　アセンブルリストとアセンブラメッセージ

アセンブラのPASS 2，PASS 3 を実行すると，それぞれテレビ画面上，オプションプリンタ上へアセンブルリストがタイプアウトされる。アセンブルリストを検討することは，アセンブラプログラミングで最も重要な過程の１つであると言える。即ち，作成したアセンブラソースプログラム中に誤りがないかどうか，あるいは，所望の機械語コードが得られているか等の基本的なチェックを行うものだからである。

アセンブラは，アセンブラソースプログラムユニットをアセンブルして，アセンブルリスト上へ，ラインナンバ，相対アドレス，リロケータブルバイナリコード，アセンブラメッセージ，アセンブラソースプログラム（ラベルシンボル，Z80インストラクションニモニックコード，コメント文）を表示する。またアセンブルリストは，ページングが行われ，１ページに50行表示されると改ページされる。各行は，一般に80桁／行の形式で表示が行われ，テレビ画面上では１行が，実際には２行にわたって表示されるが，オプションプリンタは80桁のラインプリンタであるから１行１ラインに表示される。

アセンブルリストの構成を次に示す。


```
    **  Z80 ASSEMBLER SP-2101 PAGE 01  **

01 0000                 ;
02 0000                 ; ASSEMBLE  LIST SAMPLE
03 0000                 ;
04 0000                       REL  2000H                ; RELOCATION
05 2000 P               LETNL: EQU  0006H
06 2000 P               MSG:   EQU  0015H
07 2000                 ;
08 2000                 START: ENT                      ; ENTRY FROM UNIT#1
09 2000                 MAIN:  ENT                      ; ENTRY FROM UNIT#2
10 2000 310020                 LD   SP,START            ; INITIAL STACK POINTER
11 2003 210000      E          LD   HL,TEMP0
12 2006 DD210000    E          LD   IX,TEMP1
13 200A DD360000    EE  MAIN0: LD   (IX+CONST0),CONST1  ;CONS1=F
14 200E 00          Q          XOA  A                   ; A<--00
 :          :       :     :     :         :                  :
47 205A 1A              MAIN7: LD   A,(DE)
48 205B B7                     OR   A
49 205C 2000        V          JR   NZ,COMP             ; EXCHANG DE,HL
50 205E EB              MAIN8: EX   DE,HL

    **  Z80 ASSEMBLER SP-2101 PAGE 02  **
```

ラベル欄，オペコード欄，オペランド欄，コメント欄のそれぞれにタブセットが行われていることがわかる。テレビ画面へのリスト表示では，ラインナンバからアセンブラメッセージ欄までが第１行目に表示され，ラベル欄からコメント欄までが第２行目に表示される。(オペランドまたはコメント欄の長さによって３行以上になることもある。)

従って，例えば上のリストのラインナンバ13の行は，テレビ画面上では次のように表示される。

```
13 200A DD360000 EE
MAIN0: LD  (IX+CONST0),CONST1 ; CONST1=F
```

アセンブルリスト上のアセンブラメッセージ欄に表示されるメッセージは，アセンブル作業を実行した際に検出された、アセンブルソースプログラムユニット中の誤り，あるいは定義状態を指摘しておくべき点について行われる。プログラマは，これらのアセンブラメッセージによって，リロケータブルバイナリに登録される時の定義状態，ソースプログラム中のエラー等の情報を得る。

——定義状態を示すメッセージ——

E (External)

エクスターナルシンボル参照が行われていることを示すメッセージである。即ち，オペランドで参照しているラベルシンボルがそのアセンブラソースプログラムユニット中に定義されていないことを示す。

従って，E表示のなされたラベルシンボルは，外部アセンブラソースプログラムユニット中で，グローバルシンボルとしてのエントリ宣言（擬似命令 ENT P.17 参照）がなされていなければならない。外部プログラムユニットとローダでリンクされて，はじめてラベルシンボルの参照が成立することになる。

エクスターナルシンボル参照が成立せず，未定義のままバイナリプログラムを得た場合，未定義の1バイトデータは"00"，2バイトデータ（またはアドレス）は"FFFF"となる。

（例）
```
          E   LD     B, CONST0
          ↑__ 1バイトデータ"CONST0"が未定義である。
          E   CALL   SORT
          ↑__ アドレス"SORT"が未定義である。
        E E   BIT    TOP, (IY+FLAG)
        ↑ ↑__ 1バイトデータ"FLAG"が未定義である。
        |____ 1バイトデータ"TOP"が未定義である。
```

P (Phase)

擬似命令EQU（P.19参照）によって定数が定義されたラベルシンボルを表わす。P表示のなされたラベルシンボルは，外部ファイルによって参照することもできるが，そのリンキングには条件が付随する。（P.61参照）

P表示は，PASS 1 と異ったラベル値が検出された場合も行われる。

——エラーメッセージ——

C (illegal Character error)

オペランドに，アセンブラ規格外のキャラクタが記述されたことを示す。

（例）　　C　JP　+1000-3

F (Format error)

命令のフォーマットが異なることを示す。

N (Non label error)

擬似命令 ENT，EQU でラベルシンボルがないことを示す。

（例）　　N　　　　EQU　0012H

ラベルシンボルがない。

L (erroreous Label error)

アセンブラ規格外のラベルシンボルが記述されたことを示す。

(例)　L　　JR　XYZ

↑— "XYZ"は該当アセンブラソースプログラムユニット中にはない。

JR, DJNZ コマンドでは外部シンボルの参照を行うことはできない。該当プログラム中にないラベルが参照されると，外部シンボル参照と見做して"L"表示を行う。

L　CONT 1 : EQU　CONT 2

EQU 命令ではオペランドにラベルを用いることはできない。

M (Multiple label error)

該当アセンブラソースプログラムユニット中で，同じラベルシンボルを2回以上定義した。

(例)　M　ABC :　LD　DE, BUFFR

∫

M　ABC :　ENT

↑— "ABC"が重ねて定義されていることを示す。

O (erroreous Operand)

アセンブラ規格外のオペランドが記述されたことを示す。

Q (Questionable mnemonic)

命令のパターンが合わないことを示す。

(例)　Q　CAL　XYZ

CALL　XYZ としなくてはならない。

Q　PSH　B

PUSH　BC としなくてはならない。

S (String error)

擬似命令 DEFM で，"'"が足りない。

(例)　S　DEFM　GAME　OVER

DEFM　'GAME　OVER' としなくてはならない。

V (Value over)

オペランドに，命令規格を越えた値が記述されたことを示す。

(例)　V　LD　A,　FF 8 H

V　SET　8，A

V　JR　-130

2—4　アセンブラ擬似命令の考え方

擬似命令は，Z80命令セットとは異なり，アセンブラに対する命令である。アセンブル作業に指示を与えるだけで，命令そのものがZ80機械語に変換されることはない。ただし，DEFB，DEFW，DEFM命令では，そのオペランドが機械語に変換されることはある。その他の擬似命令は，ラベルシンボルを有効に使ったりアセンブルリストの様式を決めるなどのために用意されている。

ENT (entry)

ラベルシンボルの，グローバルシンボルとしてのエントリ宣言命令である。即ち，幾つかのプログラムをリンクする場合，相互に参照し合うラベルシンボルは，この宣言がなされていなくてはならない。

エントリ宣言のなされたラベルシンボルは，アセンブラ出力のリロケータブルバイナリファイル中に，情報として残り，ローダでのリンク操作を可能にするのである。また，シンボリックデバッガでは，このラベルシンボルを用いた，シンボリックなアドレス指定が可能となる。

エントリ宣言のなされていないラベルシンボルは，その1つのプログラム内でのアセンブル作業に寄与するだけであり，リロケータブルバイナリファイルへ，情報が残されることはない。ただし，擬似命令EQUは，ラベルシンボルのグローバル宣言を含んでいるので，エントリ宣言は不要である。

下図は2つのプログラムユニット"GAUSS-MAIN"と"GAUSS-SR"間でのラベルシンボルの参照のもようを示している。

アセンブルリスト上に示される"E"表示は，該当プログラム中にないラベルシンボルが参照されていることを示すものであり，"external"の意味を持つ記号である。

プログラムユニット 1
"GAUSS-MAIN"

```
                          ; GAUSS-MAIN
                          ;
                          MAIN0 : ENT          ←ラベルシンボル
  アドレス未定義                  :              "MAIN0"の
    CD0000 E                  CALL  CMPLX       エントリ宣言
      external表示
                                  :
                              END             ←プログラムユニットの
                                                最後はEND文が必要
```

プログラムユニット 2
"GAUSS-SR"

```
                          ; GAUSS-SR
                          ;
                          CMPLX : ENT          ←ラベルシンボル
                                  :              "CMPLX"の
                               RET              エントリ宣言
  アドレス未定義                  :
    C30000 E                   JP      MAIN0
      external表示                :
                               END
```

REL nn′ (relocate)

アセンブラ自身が持っているリファレンスカウンタの内容に，nn′を加算する命令である。リファレンスカウンタとは，アセンブル作業に必要な，アドレスを割り振るためのカウンタであり，通常，0000から開始される。従って，通常のアセンブルリスト上に示されるアドレスは，冒頭が0000番地となって，順次オペコードのバイト数ずつカウントアップされて行く。また，アセンブラ出力のリロケータブルバイナリファイルの内容もその形式となっている。それに対して，プログラムの冒頭に，たとえば

REL 1200H

といった，REL命令をおくと，アセンブル形式は，RELで指定された1200番地 (Hex) を，アセンブルバイアスとして行なわれる。目的プログラムを，最終的に1200番地から構成したい場合，目的プログラムの機械語と同一のコードを，このようにしてアセンブルリスト上に見ることができ，便利である。

注意が必要なのは，このようにREL命令を行なっているリロケータブルバイナリファイルをリロケータブルローダに入力する場合である。

リロケータブルローダで指定するアセンブルバイアスは，リロケータブルバイナリファイル中の相対アドレスに加算されるものであるから，既に，REL命令を用いて，目的とするアドレス形式のリロケータブルバイナリをアセンブラで作成している場合，ローダ側で与えるアセンブルバイアスは0000としなくてはならない。

REL命令をプログラムの冒頭でなく，中間で使用した場合は，そこでリファレンスカウンタのカウントアップが行なわれるが，擬似命令DEFSの場合と異なり，アドレスのカウントアップ（アドレスの飛び）は行なわれない。ただし，アセンブルリスト上に見られるアドレスはカウントアップされている。これは，アセンブルリスト上のアドレスとは，リファレンスカウンタの内容であり，見かけ上のアドレスに過ぎないからである。

```
              ** Z80 ASSEMBLER SP-2101 PAGE 01 **

01 0000                   ;
02 0000                   ; EXPERIMENT OF REL NN
03 0000                   ;
04 0000                           REL    1200H
05 1200                   START:  ENT
06 1200 310012                    LD     SP, START   ; INITIAL SP
07 1203 CD4700                    CALL   MSTP        ; MUSIC STOP (0047H)
```

アドレス表示は
RELのあとから
1200Hとなって
いる。

EQU (equate)

ラベルシンボルを，数値データ（アドレスの場合もある）に定義する命令である。この場合，数値データとは絶対的な定数であり，10進数または16進数でなくてはならない。

通常のアセンブル過程では，オペランドにアドレスとしてラベルシンボルが用いられると，相対アドレスとして取り扱われるが，そのラベルシンボルが，EQUによって具体的に定まったアドレスに定義されていたら、アセンブル過程でその値が変化することはない。

EQU命令は，ラベルシンボルのグローバル宣言を含んでおり，ENT宣言を使用しなくても外部プログラムからの参照が可能である。**しかし，この場合，EQU命令を含むプログラムユニットは他からリンクするプログラムユニットより先にロードする必要がある。**

これらの特質から，たとえば次のような使い方に適切である。すなわち，次に示すようにモニタサブルーチンのアドレスや，特定の入出力デバイスのI/Oポート番号などを，適当なラベルシンボルに定義するといった使い方である。但しここでアセンブラメッセージ"P"は，EQU命令によるラベルシンボルの定義がなされていることを示す。(phase)

```
                    ** Z80 ASSEMBLER SP-2101 PAGE 01 **

01 0000                 ;
02 0000                 ; MONITOR SUBROUTINE
03 0000                 ;
04 0000  P              PRNT:    EQU  0012H
05 0000  P              PRNTS:   EQU  000CH
06 0000  P              NL:      EQU  0009H   ;次の LETNL と異なるのはテレ
07 0000  P              LETNL:   EQU  0006H    ビ画面の行の先頭にカーソルが
08 0000  P              MSG:     EQU  0015H    あると行替えは実行されない点
09 0000  P              GETL:    EQU  0003H    である。
10 0000  P              GETKY:   EQU  001BH
11 0000  P              BRKEY:   EQU  001EH
12 0000  P              MELDY:   EQU  0030H
13 0000  P              BELL:    EQU  003EH
14 0000  P              XTEMP:   EQU  0041H
15 0000  P              MSTA:    EQU  0044H
16 0000  P              MSTP:    EQU  0047H
17 0000  P              TIMST:   EQU  0033H
18 0000  P              TIMRD:   EQU  003BH
19 0000                          SKP  3


23 0000                 ;
24 0000                 ; SET PORT# : PRINTER
25 0000                 ;
26 0000  P              POTFE:   EQU  FEH
27 0000  P              POTFF:   EQU  FFH
```

DEFB n (define byte)

この行の位置(アドレス)に，バイト定数nをそのままセットする。nのかわりにバイト定数の定義されたラベルシンボルを使うこともできる。

この命令およびDEFW，DEFMなどは特に，メッセージデータ群やグラフィックデータ群を構成したり，コード変換用のテーブルやその他のデータテーブルの構成などに使用されることが多い。

次に示す例は，DEFBを用いて，メッセージ "ERROR" をアスキーコードで構成したものである。エンドマークとして0Dコードを置いているので，モニタサブルーチン0015Hを用いてメッセージアウトが可能となる。

```
13 1FF3  B7                       OR     A
14 1FF4  CA0000   E               JP     Z, READY
15 1FF7  110020                   LD     DE, MESG0
16 1FFA  CD0000   E               CALL   MSG
17 1FFD  C30000   E               JP     MAIN2
18 2000                  ;
19 2000                  ; MESSAGE GROUP
20 2000                  ;
21 2000                  MESG0:   ENT                  ;  "ERROR"
22 2000  45                       DEFB   45H
23 2001  52                       DEFB   52H
24 2002  52                       DEFB   52H
25 2003  4F                       DEFB   4FH
26 2004  52                       DEFB   52H
27 2005  0D                       DEFB   0DH
```

DEFB 'S' (define byte)

この行の位置(アドレス)に，1文字 "S" のアスキーコードをセットする。
この命令では，文字をアスキーコードに変換するので，前例のMESG0は次のように構成することもできる。

```
21 2000                  MESG0:   ENT                  ;  "ERROR"
22 2000  45                       DEFB   'E'
23 2001  52                       DEFB   'R'
24 2002  52                       DEFB   'R'
25 2003  4F                       DEFB   'O'
26 2004  52                       DEFB   'R'
27 2005  0D                       DEFB   0DH
```

DEFW nn′ (define word)

この行の位置(アドレス)にn′，次の位置にｎをセットする。即ち，２バイトのデータをセットする命令である。nn′のかわりに，ラベルシンボルを用いることもできる。

```
39 5FF1              CMDT:    ENT          ; COMMAND  TABLE
40 5FF1  41                   DEFB  41H
41 5FF2  0053                 DEFW  CMDA
42 5FF4  42                   DEFB  42H
43 5FF5  1E53                 DEFW  CMDB
44 5FF7  53                   DEFB  53H
45 5FF8  0000   E             DEFW  CMDS
46 5FFA  0D                   DEFB  0DH
47 5FFB              CONST0:  ENT
48 5FFB  0F01                 DEFW  010FH
49 5FFD              CONST1:  ENT
50 5FFD  660D                 DEFW  0D66H
```

DEFM ′S′ (define message)

この行の位置(アドレス)から，文字列Ｓ(ストリング)をアスキーコードで順次セットする。文字列Ｓの文字数は１から64までの範囲である。アセンブルリスト上には４文字分ずつコード化された形で表示される。

この命令を用いると，前例で用いたメッセージ"ERROR"は次のようにして作成することができる。

```
21 2000              MESG0:   ENT           ; "ERROR"
22 2000  4552524F             DEFM   'ERROR'
23 2004  52
24 2005  0D                   DEFB   0DH
```

DEFS nn′ (define storage)

この行の位置(アドレス)から，nn′バイト分だけメモリ領域を確保する。

この命令では，リファレンスカウンタにnn′バイト加算し，同時に該当するアドレスの範囲内を，未定義のまま飛ばす。
(RELの場合は，単にリファレンスカウンタにnn′バイトを加算するだけで，メモリ領域の確保は行なわれない。)

たとえば，バッファとして用いるエリアを構成する場合に次のような使用法が考えられる。

```
02 4BB8        TEMP0:   ENT            ; BUFFER A
03 4BB8                 DEFS  1
04 4BB9        TEMP1:   ENT            ; BUFFER B
05 4BB9                 DEFS  2
06 4BBB        TEMP2:   ENT            ; BUFFER C
07 4BBB                 DEFS  2
08 4BBD        TEMP3:   ENT            ; BUFFER D
09 4BBD                 DEFS  128
10 4C3D        BFFR:    ENT            ; BUFFER E
11 4C3D                 DEFS  A
12 4C47        BUFFER:  ENT            ; BUFFER F
13 4C47                 DEFS  2
```

アドレスがDEFSで指定された値（10進数または16進数）だけカウントアップされているのがわかる。

SKP n (skip n lines)

アセンブルリストを出力する場合に，n行ぶんだけ行送り（line feed）をする。これによってリスト表示を適当に区切り，見易くすることができる。

```
30                     COMMON: ENT                  ; NORMAL RETURN
31 3BB8  AF                    XOR  A               ; A<——00
32 3BB9  32B84B                LD   (TEMPO), A      ; CLEAR CMD BUFFER
33 3BBC  110020                LD   DE, MESGO       ; "READY"
34 3BBF  C9                      RET
35 3BC0                        SKP  3
                                                      3行分の行送り
                                                      が行なわれる
39 3BC0                ;
40 3BC0                ; ABNORMAL RETURN
41 3BC0                ;
42 3BC0                ABNRET: ENT                  ; SET INVALID MODE
```

SKP H (skip home)

アセンブルリストを出力する場合に，ページ送りをする。

END (end)

1つのソースプログラムユニットの終端を宣言する。ソースプログラムユニットは必ずこのEND文で終了しなければならない。END文が無いと，アセンブル作業が完了されないことになる。

アセンブラのPASS 1で，END文の無いソースファイルを読み出した場合

END ?

の表示がなされる。

2―5　アセンブラの各PASS

PASS 1

ソースファイル(テキストエディタ出力のカセットファイル)を読み込み，シンボルテーブルを作成する。PASS 2からPASS 4までのアセンブル作業は，2通りの方法で行うことができる。すなわち，ソースプログラムの読み込みをカセットファイルに対して行うか，RAMエリアにローディングされたソースプログラムに対して行うかの2通りであり，PASS 1で，どちらの方法を用いるか選択する。後者を選ぶと，PASS 1の実行時に，シンボルテーブルの作成と並行して，ソースファイルのRAMエリアへのローディングも行われる。

PASS 1	ソースファイル"GAUSS MAIN"の読み込みを行い，
CASSETTE (1), RAM (2) ?1	アセンブル作業に必要なシンボルテーブルを作成せよ
FILENAME?GAUSS MAIN [CR]	アセンブル作業は，CASSETTE，すなわち各PASS
↓ PLAY	で読み込むソースプログラムを，カセットファイルと
FOUND GAUSS MAIN	して行う
LOADING GAUSS MAIN	

PASS 1	ソースファイル"GAUSS S-R"の読み込みを行い，
CASSETTE (1), RAM (2) ?2	アセンブル作業に必要なシンボルテーブルを作成せよ
FILENAME?GAUSS S-R [CR]	アセンブル作業は，RAM，すなわち各PASSで読み
↓ PLAY	込むソースプログラムを，RAMエリアにローディング
FOUND GAUSS S-R	されたソースプログラムとして行う
LOADING GAUSS S-R	従って，ソースファイル"GAUSS S-R"のRAMエ
	リアへのローディングも実行せよ

――"PASS"のコマンド待ちに，1を入力する。ソースプログラムのアセンブル作業は，必ずPASS 1によって開始されなければならない。

PASS 1を行う時，システムは一担RAMエリアをクリアし前のアセンブル作業で使用したシンボルテーブルなどをシステムから取り除いた上でソースファイルの読み込みを行うことになる。

――システムは，"CASSETTE (1), RAM (2)"の表示を行い，アセンブル作業を，どちらの方法で行うかを訊く。CASSETTEを用いて，各パスでソースファイルの読み込みを行う場合には"1"を指定する。あるいはRAMを用いて，PASS 1でカセットファイルのRAMエリアへのローディングを実行してアセンブル作業を行うには"2"を指定する。

ソースプログラムが，システムのRAMエリアの大きさに対して，そう大きくない場合は，通常アセンブル作業はRAMを用いて行う。すなわち，ソースプログラムをロードし，PASS 4でリロケータブルバイナリをメモリ内に構成するのに充分なRAMエリアがある時は，そのエリアにソースプログラムをロードしておいて，他のPASSでは，いちいちカセットファイルの読み込みを行わなくて済むからである。

ソースプログラムが大きくて"RAM"の方法が使えない場合，CASSETTEの方法をとる。この場合システムは，他の各PASSに於いて，カセットファイルを一定バイトずつ読み込み，アセンブル作業を進めること

になる。一般に，ソースファイル中のデータのバイト数とリロケータブルバイナリファイル中のデータのバイト数とでは，リロケータブルバイナリの方がずっとバイト数が小さいので，2通りの方法でそれぞれアセンブルできるファイルの大きさはかなりのひらきがある。

——アセンブル作業の方法を指定すると，システムは"FILENAME?"と表示して読み込むソースファイルのファイルネームの指定を待つ。

——ファイルネームを指定したら CR キーを押す。

—— CR キーが押されたら，PLAYボタンを押すよう指示される。

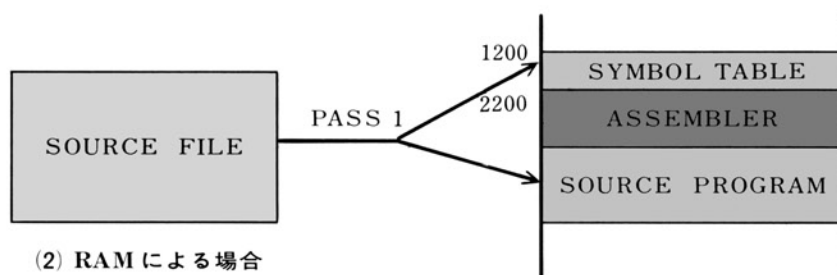
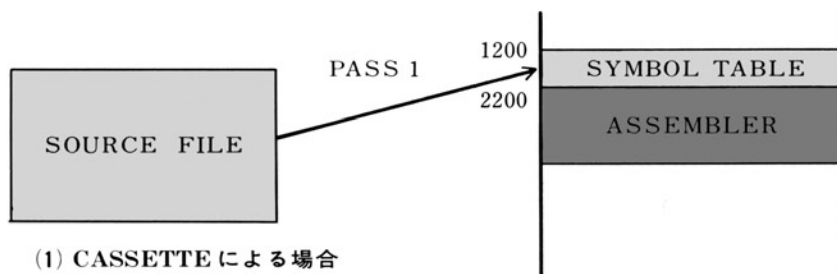
——PLAYボタンを押すと，ファイルネームで指定されたソースファイルを見つけ出し，読み込みを始める。ファイルネームが指定されていない場合は，最初に見つけ出したソースファイルの読み込みを行う。

——アセンブル作業は，各PASSについて，**END文によって終了する**。従って，各ソースプログラムユニットは終りにEND文が置かれていなくてはならない。

END文の無いソースファイルを読み込んだ場合，"**END?**"の表示がなされる。

——ソースファイルの読み込みを中止するには SHIFT BREAK を押す。

——PASS 1を終了すると，次のPASSの指定を待つ。

——PASS 1の実行形態を下図に示す。ソースファイルを読み込んで作成するシンボルテーブルの容量は約4Kバイト弱であり，メモリマップ上で，アセンブラの前（1200から2100）に置かれている。従って，ソースプログラムで使用できるシンボルの総数には限度があることになる。

——右の写真は，アセンブラをロードし，PASS 1で，CASSETTEの方法を指定してソースファイル"GAUSS MAIN"の読み込みを行うもようを示している。

PASS 2

ソースプログラムをアセンブルして，アセンブルリストをテレビ画面上に表示する。アセンブルリストは，2—3項で述べたように，ページ，ラインナンバ，相対アドレス，16進機械語，アセンブラメッセージ，アセンブラソースプログラム(ラベル，ニモニック，データ，注釈)の順に各欄に表示されるが，テレビ画面上ではそれぞれ2行にわたって表示が行われる。アセンブリ語ソースプログラムと機械語との対照，アセンブラメッセージの参照など，アセンブラプログラミングで最も重要なチェック過程の一つである。

PASS 2 **FILENAME?GAUSS MAIN [CR]** **⬇ PLAY**	アセンブル作業を実行して，アセンブルリストをテレビ画面へ出力せよ 読み込みを行うカセットソースファイルは"**GAUSS MAIN**"である (**CASSETTE**の場合)

PASS 2	**RAM**エリアのアセンブラソースプログラムをアセンブルして，アセンブルリストをテレビ画面に出力せよ (**RAM**の場合)

——"PASS"のコマンド待ちに，**2**を入力する。

——PASS 1で，アセンブル作業の方法を**CASSETTE**に選んだ場合，システムは，ソースファイルの読み込みのために，読み込むべきファイルネームの指定を待つ。
ファイルネームを指定し，[CR] キーを押すと，PLAYボタンを押すよう指示される。
PLAYボタンを押すと，システムは読み込むべきソースファイルを見つけ出してソースプログラムを読み込み，アセンブル作業を始める。ファイルネームを指定していないと，最初に見つけ出したソースファイルの読み込みを始める。

——ソースファイルは256バイトずつ読み込まれてアセンブル作業が行われ，テレビ画面上へアセンブルリストの表示が行われる。(カセットレコーダは動いたり止ったりすることになる)
テレビ画面へのリスト表示は，[SPACE] キーにより中断，続行が可能であるから，任意の位置のリスト表示を詳しく検討することができる。

——PASS 1で，アセンブル作業の方法を**RAM**に選んだ場合は，即座にアセンブルリストの表示が開始される。
リスト表示の中断，続行は，[SPACE] キーによる。

——PASS 2を中止する場合 [SHIFT] [BREAK] を押す。

——右の写真は，PASS 1でCASSETTEによる方法を指定し，ソースファイル"GAUSS MAIN"のシンボルテーブルを作成した後に，PASS 2を実行する時のもようを示す。
RAMの方法では，PASS 2を入力すると直ちに，アセンブルリストの表示が開始される。

PASS 3

ソースプログラムをアセンブルして，アセンブルリストをオプションのプリンタ上へタイプアウトする。アセンブルリストは，2—3項で述べたように，ページ，ラインナンバ，相対アドレス，16進機械語，アセンブラメッセージ，アセンブラソースプログラムの順に各欄に表示される。その場合，オプションプリンタは80桁のプリンタであるから，テレビ画面への2行にわたる表示も1行で行われる。プリンタへの出力は，アセンブルリストのハードコピーを得るためのものであるから，プログラムの詳細な検討はテレビ画面上のリストを用いるよりも容易となる。

PASS 3 **FILENAME?GAUSS MAIN** [CR] **↓ PLAY**	**アセンブル作業を実行して，アセンブルリストをオプションプリンタへ出力せよ** **読み込みを行うカセットソースファイルは"GAUSS MAIN"である** **(CASSETTEの場合)**

PASS 3	**RAMエリアのアセンブラソースプログラムをアセンブルして，アセンブルリストをオプションプリンタへ出力せよ** **(RAMの場合)**

——"PASS"のコマンド待ちに，**3**を入力する。

——PASS 1でアセンブル作業の方法を**CASSETTE**に選んだ場合，システムはソースファイルの読み込みのために，読み込むべきファイルネームの指定を待つ。
ファイルネームを指定し，[CR] キーを押すと，PLAYボタンを押すよう指示される。
PLAYボタンを押すと，システムは読み込むべきソースファイルを見つけ出してソースプログラムを読み込み，アセンブル作業を始める。ファイルネームを指定していないと，最初に見つけ出したソースファイルの読み込みを始める。

——ソースファイルの読み込みは256バイトずつ行われる。

——PASS 1でアセンブル作業の方法を**RAM**に選んだ場合は，即座にアセンブルリストのプリンタ上へのタイプアウトが開始される。

——PASS 3ではプリンタのトラブルによるメッセージとして次のものがある。

NO POWER OR NO CONNECTION (PRINTER)
………プリンタがOFFあるいは，接続されていない場合。
ALARM (PRINTER) ………メカ的なトラブルが発生した場合。
PAPER EMPTY (PRINTER) ………プリンタ用紙ぎれの状態。

——プリンタへのリスティングを中止するには，[SHIFT] [BREAK] キーを押す。

——オプションの放電プリンタ（MZ-80P２）によるアセンブルリスト出力例を次に示す。このサンプルは，16行のソースプログラムになっている。PAGE 01 にこのプログラムのアセンブルリストがタイプアウトされ，PAGE 02 に，シンボルテーブルが表示される。(１ページは50行であるから，下図は，各ページの一部分を示しているに過ぎない)

実際の動作では，プリンタは更にもう１ページ分ページ送りを実行して止まり，システムは" PASS "のコマンド待ちに戻る。

```
  **  Z80 ASSEMBLER SP-2101 PAGE 01  **
```

```
01 0000                          ;
02 0000                          ;  ASSEMBLER LIST SAMPLE
03 0000                          ;
04 0000                                  REL    1200H
05 1200                          START:  ENT
06 1200                          MAIN1:  ENT
07 1200 310012                           LD     SP,START        ;INITIAL STACK POINTER
08 1203 CD4700                           CALL   MSTP            ;MUSIC STOP
09 1206 3E05                             LD     A,5
10 1208 CD0000     E                     CALL   XTEMP           ;SET TEMPO TO 5
11 120B CD0000     E                     CALL   CLTBL           ;CLEAR TABLE
12 120E 00       Q                       XOA    A
13 120F 321212                           LD     (?TABP),A       ;INITIAL I/O #1
14 1212  P                       MSTP:   EQU    0047H           ;MUSIC STOP (MONITOR)
15 1212                          ?TABP:  DEFS   1
16 1213                                  END
```

```
  **  Z80 ASSEMBLER SP-2101 PAGE 02  **

?TABP   1212  MAIN1   1200  MSTP    0047  START   1200
```

■　上に示したアセンブルリストについて次のことを検討せよ

1）　アセンブルリストの各欄は，それぞれ何桁となっているか。

2）　相対アドレスは，何番地から開始されているか。

3）　RELコマンドが置かれていると，相対アドレスはどのように変わるか。

4）　" E "表示のある外部シンボルを参照する命令では，機械語オペランドはどうなっているか。

5）　" Q "表示のある命令では，オペコード欄はどうなっているか。

6）　EQUによるシンボル定義でのメッセージ" P "は，どの位置になされているか。また，そこで定義されたシンボルは，確かに絶対アドレスとなっているか調べよ。(CALL MSTP命令の機械語オペランド，および，シンボルテーブルを調べよ。)

PASS 4

ソースプログラムをアセンブルして，カセットファイルへリロケータブルバイナリを出力する。リロケータブルバイナリの内容は，アセンブルリストにタイプアウトされた機械語コードおよび，その命令の定義状態を示すインフォメーション，グロバールシンボル等のデータベースによって構成されている。

PASS 4	アセンブル作業を実行して，リロケータブルバイナリファイルを出力せよ
FILENAME?GAUSS MAIN [CR]	
↓ PLAY	読み込みを行うカセットファイルは"GAUSS MAIN"である
FOUND GAUSS MAIN	
LOADING GAUSS MAIN	
OK	出力リロケータブルバイナリファイル名は"GAUSS MAIN／RB"とする
FILENAME?GAUSS MAIN／RB [CR]	
↓ RECORD. PLAY	(CASSETTEの場合)
WRITING GAUSS MAIN／RB	

PASS 4	アセンブル作業を実行して，リロケータブルバイナリファイルを出力せよ
FILENAME?GAUSS MAIN／RB [CR]	
↓ RECORD. PLAY	出力ファイル名は"GAUSS MAIN／RB"とする。
WRITING GAUSS MAIN／RB	(RAMの場合)

——"PASS"のコマンド待ちに，4を入力する。

——PASS 1でアセンブル作業の方法をCASSETTEに選んでいる場合，システムは，一担RAMエリアにリロケータブルバイナリを作成するために"FILENAME？"と表示して読み込むべきソースファイル名の指定を待つ。

ファイルネームを指定し，[CR] キーを押すと，PLAYボタンを押すよう指示される。

PLAYボタンを押すと，システムは読み込むべきソースファイルを見つけ出してソースプログラムを読み込み，アセンブル作業を始める。

——ソースファイルの読み込みは256バイトずつ行われる。

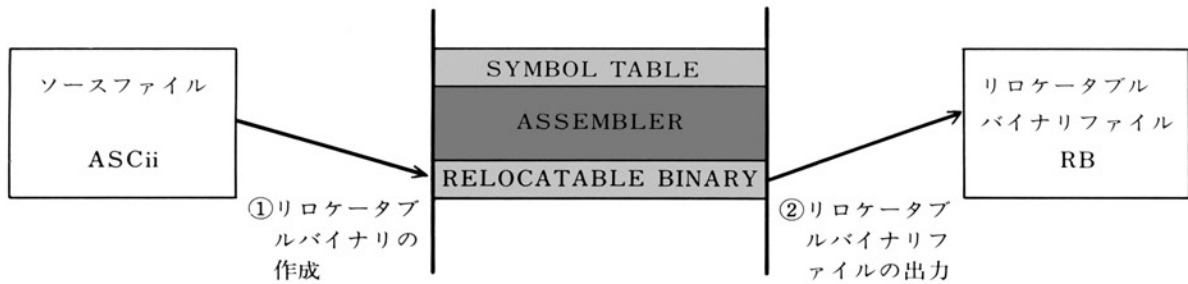
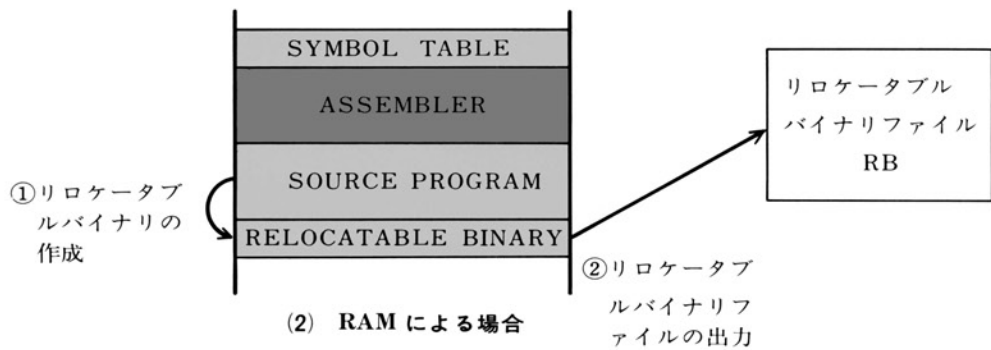
——PASS 1でアセンブル作業の方法をRAMに選んでいる場合は，RAMエリアのソースプログラムをアセンブルし，リロケータブルバイナリを作成する。**コマンドを与えて暫くの間，システムの応答が途切れるように見えるが，この間は一担ソースプログラムの全体をアセンブルしてRAMエリアにリロケータブルバイナリを構成している過程である。**

——RAMエリア内に，リロケータブルバイナリが構成されると，システムは"FILENAME？"と表示して，出力するリロケータブルバイナリファイルのファイルネームの指定を待つ。

——ファイルネームを指定し，[CR] キーを押すと，システムは，RECORDボタンとPLAYを押すよう指示する。

——RECORDおよびPLAYボタンを押すと，リロケータブルバイナリにファイルネームを付けて，カセットファイルへ出力する。

——コマンドを中止するには，[SHIFT] [BREAK] を押す。

——PASS 4 の実行形態を下図に示す。CASSETTE，RAM のいずれの方法をとる場合も，はじめに，ソースプログラムを読み込みアセンブルしてリロケータブルバイナリをRAMエリアに構成する過程があり，それが終ったら，リロケータブルバイナリをカセットファイルへ出力する過程が来る。

(1) CASSETTE による場合

(2) RAM による場合

〔参考〕

システムプログラムでは，アセンブリ語によるソースファイルから目的ファイルまで，数種類のファイルが用いられるので，ファイルの種類を示す記号をファイルネームに加えておくと便利である。

たとえば，エディタ出力のソースファイルには"ASCii"または"SOURCE"，アセンブラ出力のリロケータブルバイナリファイルには"RB"または"REL"，ローダ出力の目的プログラムには"OBJ"あるいは"BINARY"，"SAVE"，デバッガ出力のバイナリには"DEB"などという記号が考えられる。

第3章
TEXT EDITOR
SP-2201

3—1　テキストエディタ概要

テキストエディタはアセンブラソースファイルを作成する。あるいは，作成されたファイル形式のアスキーデータを入力して，修正，編集を行ない，更新されたアセンブラソースファイルを出力する。

データの修正，編集は，エディタとプログラマの対話形式によって実行される。

ソースプログラムは，アセンブリ言語，アセンブラ規約に従った文法で作成されなければならない。ソースプログラムはアスキーコードでコード化され，各行の区切りは，キャリジリターンコードである。ソースプログラムはEND文によって終了しなくてはならない。

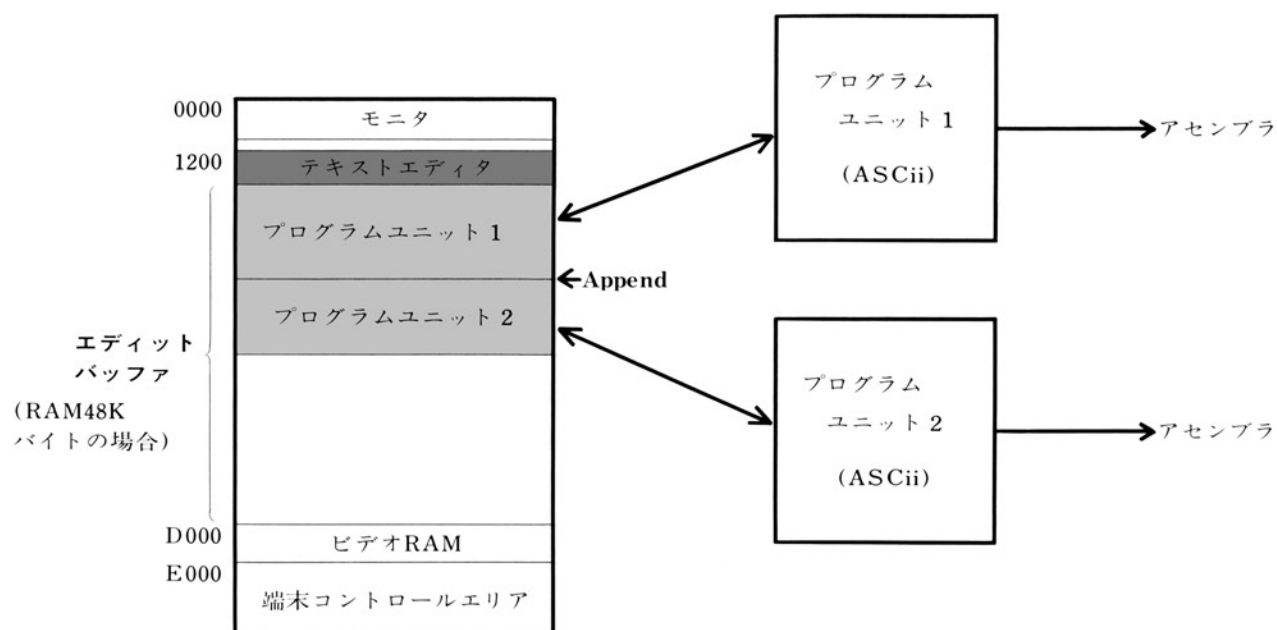
修正，編集を行うための機能として，次のような作業を行うことができる。

挿　入（insertion）
削　除（deletion）
変　更（change）

エディットバッファ内に入力されたデータは，行（line）と欄（column）との2次元に構成され，各行には,エディットバッファの先頭より，順次番号が付され，これを，**ラインナンバ**（line number）と呼ぶ。

エディットバッファ内の修正箇所は，**キャラクタポインタ**（character pointer：以下，CPと略す。）と呼ぶ修正子を基準として指定する。前記の，修正，編集を行うには，ラインナンバを参考にCPを移動させてコマンドの実行を行うことになる。

修正，編集の作業は，行または文字単位で行うことができる。また，文字列（ストリング）単位で，検索あるいは，文字列の入れ換えを行うことも可能である。

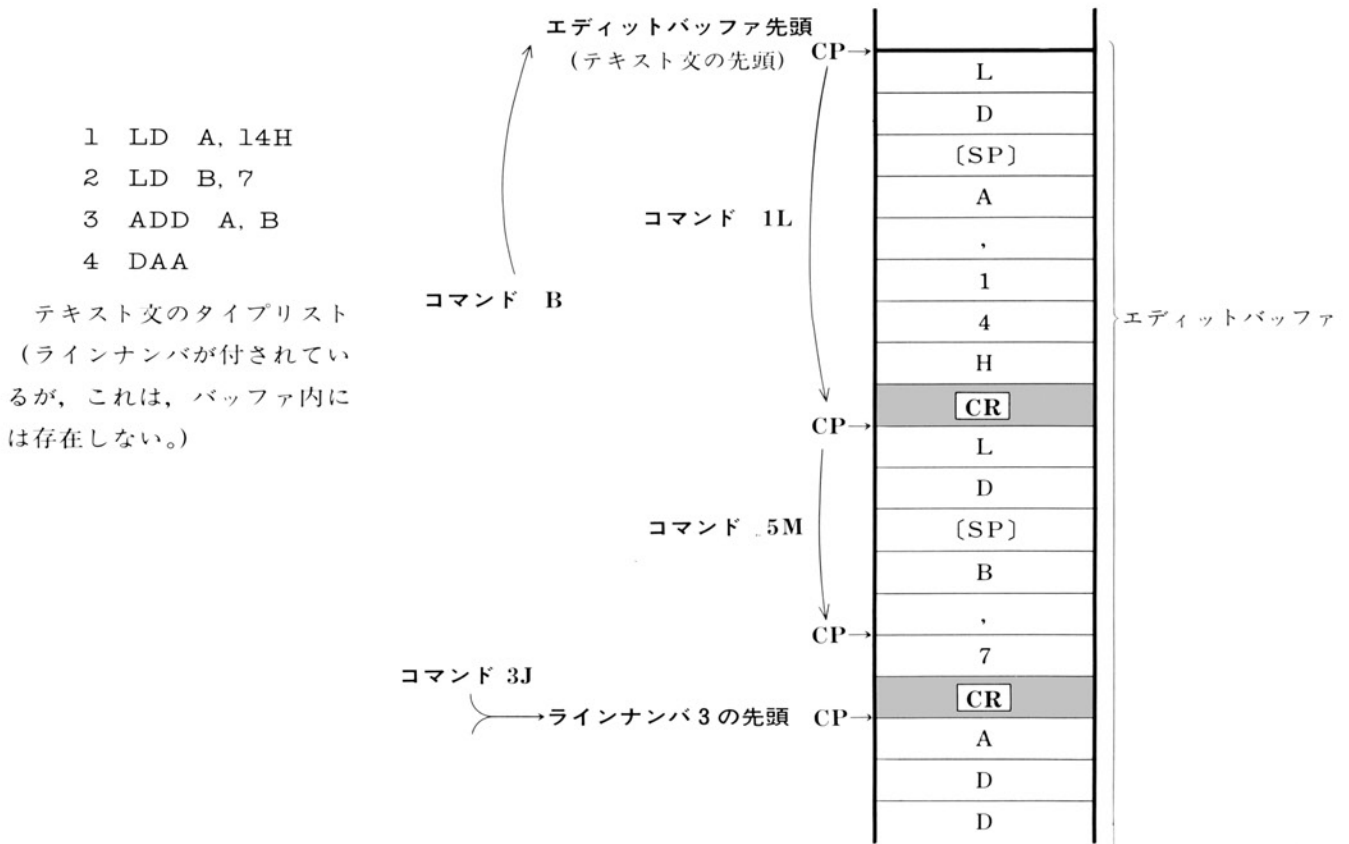
テキストエディタを用いる場合のメモリ構成と，利用形態を，下図に示す。テキストエディタのバイトサイズは，ほぼ4Kバイトである。

テキストエディタのコマンドには次のものがある。各コマンドは，デリミタ"▩"によって区切られ，コマンドの実行は，キャリジリターンによる。

コマンドの種類	コマンド名	機　　能
入力コマンド	R	エディットバッファ内をクリアし，filenameで指定する入力ファイルを入力する。実行後のCPは，エディットバッファの先頭に位置する。(Read file)
	A	エディットバッファの内容に，filenameで指定する入力ファイルをCPの位置から付加して入力する。実行後CPの位置は変化しない。(Append file)
タイプコマンド	T	エディットバッファの内容を全てタイプアウトする。CPは変化しない。(Type)
	nT	CPの位置から，n行をタイプアウトする。
CP移動コマンド	B	CPの位置を，エディットバッファの先頭に移動する。(Begin)
	nJ	nで指定するラインナンバの先頭へCPを移動する。(Jump)
	nL	CPのある行から，n行目の行の先頭へCPを移動する。(Line)
	L	nLコマンドでn＝0とした場合と同じで，CPを行の先頭へ移動する。
	nM	CPの位置を，n文字分だけ移動する。(Move)
	M	nMコマンドでn＝0とした場合と同じで，CPは変化しない。
	Z	CPの位置を，エディットバッファ内のテキスト文の最後に移動する。
修正コマンド	C	CPの位置からバッファの終りに向って，あるストリングを検索し，それを他のストリングと交換する。CPは交換したストリングの後に置かれる。(Change)
	Q	CPの位置からバッファの終りに向って，連続してCコマンドを実行する。CPは最後に交換したストリングの後に置かれる。(Queue)
	I	CPの位置からストリングを入力する。CP は，挿入されたストリングの後に位置する。行を挿入するとラインナンバも更新される。
	nK	CPの位置から，n行をエディットバッファから消去する。CPは変化しない。(Kill)
	K	CPの位置から，エディットバッファの先頭に向って CR コードが1個検出されるまで，文字を消去する。 CR は消去されない。
	nD	CPの位置から，n文字をエディットバッファから消去する。(Delete)
	D	nを指定しないと削除は行なわれず，CPも変化しない。
検索コマンド	S	CPの位置からバッファの終りに向って，あるストリングを検索する。実行後のCPは，検索されたストリングの後に位置する。(Search)
出力コマンド	W	エディットバッファの内容を，filenameで指定される出力ファイルに出力する。(Write)
比較コマンド	V	エディットバッファの内容と，filenameで指定される入力ファイルの内容とを比較する。実行後CPは変化しない。(Verify)
特殊コマンド	＝	エディットバッファのすべての文字数を表示する。スペース， CR も含む。
	.	現在のCPの位置するラインナンバを表示する。
	&	エディットバッファの内容をすべて消去する。
	#	プリンタへのリスティングのため，リストモードを切り替える。
	!	モニタへコントロールを移す。復帰はGOTO$1200 (cold start)，GOTO$1260 (warm start)。

(テキストエディタの以上のコマンドは，ほぼ，日本ミニコンNOVA，エディタプログラムのコマンド形式とコンパチブルになっている。)

3―2　キャラクタポインタ(CP)とデリミタ

キャラクタポインタ（CP）は，エディットバッファ内のソースプログラムテキスト中の１箇所，ある隣り合った**２つのキャラクタの境目**あるいは，テキストの先頭か最終を指すものであり，１つのキャラクタを指すものではない。

エディットバッファ内に，次のようなテキストがある場合を考えて，CPの移動を説明する。

Bコマンドは，エディットバッファの先頭へ，Jコマンドは，ラインナンバで指定する行の先頭へ，Lコマンドは，現在の行からn行目の行の先頭へCPを移動させる。"先頭"とは，前の行の終りを示す CR コードの後ろの境界線上である。

デリミタ（delimiter）は区切り記号（セパレータともいう）として用いられる。即ち，１つのコマンドを与え終えたところなどで使用する。数個のコマンドをデリミタで区切って与え，CR をキー入力すると，コマンドが順番に実行されて行く。

I (Insert) コマンドでは，CR をソーステキストのキャラクタコードとして用いているので，コマンドの終りに必ず，デリミタを置く必要がある。

デリミタを用いて，上記テキスト文の，ラインナンバ３のADDをADCに変更するコマンド例を次に示す。

3J▩2M▩1D▩IC▩ CR　　または　　B▩CADD▩ADC CR

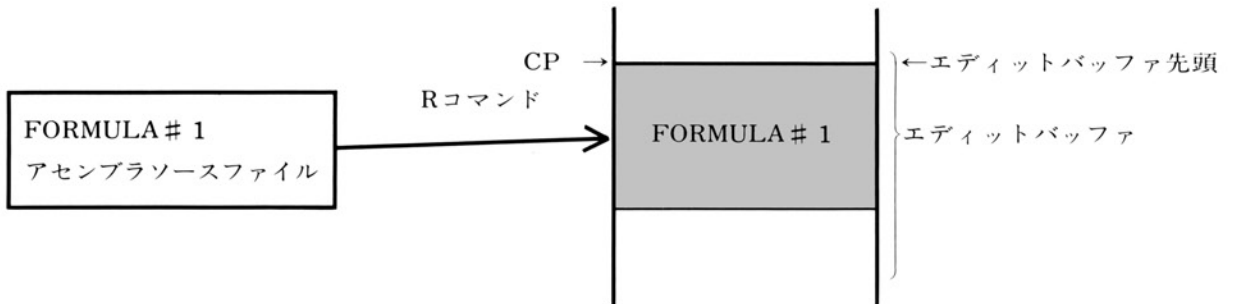
3—3　テキストエディタコマンド

——入力コマンド——

R(Read file)コマンド

エディットバッファ内をクリアし，filenameで指定するアセンブラソースファイルを，エディットバッファの先頭から入力する。実行後のCPは，エディットバッファの先頭に位置する。

＊RFORMULA＃1 [CR]	ファイルネーム"**FORMULA＃1**"なるソースファイルを入力せよ
＊R [CR]	最初に見つかったソースファイルを入力せよ

——"＊"のコマンド待ちに**R**（Read file）コマンドを与える。
——続けて，ファイルネームを指定する。
　あるいは，ファイルネームを指定しない。
——［CR］を押すと，PLAYボタンを押すよう指示される。
——PLAYボタンを押すと，指定されたファイルを見つけ出し，読み込みを始める。
　ファイルネームを指定していないと，最初に見つけ出したファイルを読み込む。
——入力ファイルは，エディットバッファの先頭からストアされる。(下図)
——読み込みが終了すると，"OK"が表示され，CPはエディットバッファの先頭に位置する。
——Rコマンドを中止する時は，［SHIFT］［BREAK］を押す。

——読み込みの途中でエラーが生じた場合，"ERROR"を表示する。
——バッファがフルになった時には，"FULL　BUFFER"のメッセージがある。この場合，入力ファイルは，途中までしか読み込まれないことになる。

A(Append file)コマンド

エディットバッファの内容に，filenameで指定する入力ファイルを，エディットバッファ内で，現在指定されるCPの位置から付加して入力する。実行後，CPの位置は変化しない。

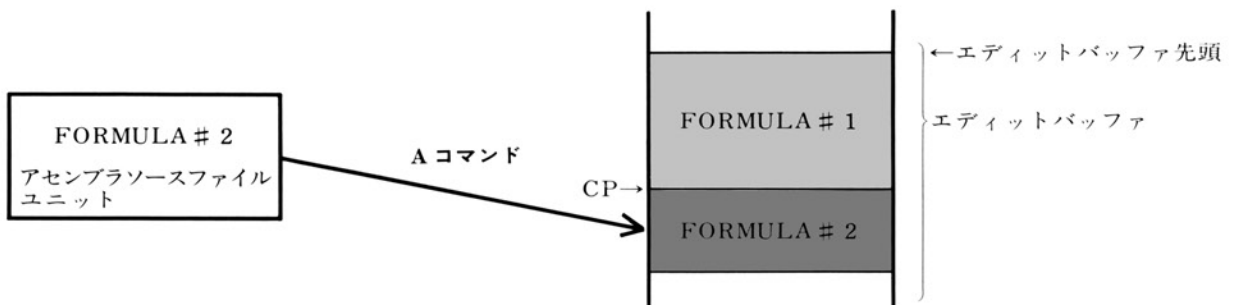
***AFORMULA#2 [CR]**	ファイルネーム"**FORMULA#2**"なるソースファイルを，**CP**の位置から付加せよ
***A [CR]**	最初に見つかったソースファイルを，**CP**の位置から付加せよ

——"*"のコマンド待ちにA（Append file）コマンドを与える。

——続けて，ファイルネームを指定する。
　あるいは，ファイルネームを指定しない。

——[CR]を押すと，PLAYボタンを押すよう指示される。

——PLAYボタンを押すと，指定されたファイルを見つけ出し，読み込みを始める。
　ファイルネームを指定していないと，最初に見つけ出したファイルを読み込む。

——入力ファイルは，エディットバッファ内のCPの位置からストアされる。**テキスト文の後ろに付加するにはZコマンドによってCPをテキスト文の最後に置いておけばよい。**下図は，テキスト文"FORMULA#1"の後ろに，入力ファイル"FORMULA#2"を付加するもようを示している。

——読み込みが終了すると，"OK"表示され，CPは付加されたデータの先頭に位置する。

——Aコマンドを中止する時は，[SHIFT] [BREAK]を押す。

——読み込みの途中でエラーが生じた場合，"ERROR"を表示する。

——バッファがフルになった時には，"FULL BUFFER"のメッセージがある。この場合，入力ファイルは，途中までしか読み込まれないことになる。従って全部を入力するには，バッファ内を編集し直し，CPの位置を，前へもって行く必要がある。

——タイプコマンド——

T(Type)コマンド

エディットバッファの内容を，ラインナンバを付けてタイプアウトする。バッファの内容を全てタイプアウトする場合と，CPの位置から指定行数だけタイプアウトする場合とがある。実行後CPの位置は，変化しない。

＊T [CR]	エディットバッファの内容を，ラインナンバを付けて全てタイプアウトせよ
＊nT [CR]	CPの位置から，n行をタイプアウトせよ（n＝0の時は，上と同じ）

——"＊"のコマンド待ちに，**行数 n**，**T** (Type) の順にコマンドを与える。
——[CR] を押すと，タイプアウトが実行される。

——行数の指定で，特別の場合を次に示す。

n＝ 0 の時　Tと同機能
n＜ 0 の時　"？？？"のエラー表示がある
n≧m　（mは現在のCPからバッファの終りまでの行数）の時m行のみのタイプアウト

——CPが行の先頭でなく，行の中にある時は，nTコマンドは，CPの次の文字からタイプアウトするので，逆にCPの位置を知ることができる。
——Tコマンドを中止するときは，[SHIFT] [BREAK] を押す。

——右の写真は，次のテキスト文について，タイプコマンドとCPの関係を示すものである。

```
1  START:ENT
2  LD  SP, START
3  CALL  MSTP  ;MUSIC  STOP
4  CALL  LETNL  ;NEW  LINE
5  END
```

```
*T
1 START:ENT
2 LD SP,START
3 CALL MSTP ;MUSIC STOP
4 CALL LETNL ;NEW LINE
5 END
*3J▒2T
3 CALL MSTP ;MUSIC STOP
4 CALL LETNL ;NEW LINE
*10M▒2T
3 ;MUSIC STOP
4 CALL LETNL ;NEW LINE
*
```

——nの値が65535を越えると，"LARGE"のエラー表示がなされる。

——CP移動コマンド——

B(Begin)コマンド

*B [CR]	CPの位置を，エディットバッファの先頭へ移動せよ

——"*"のコマンド待ちにB（Begin）コマンドを与える。
——[CR] を押す。
——Bコマンドが実行されて，CPはエディットバッファの先頭に位置する。

——nBとしても同機能である。

Zコマンド

*Z [CR]	CPの位置を，エディトバッファ内のテキスト文の最後へ移動せよ

——"*"のコマンド待ちにZコマンドを与える。
——[CR] を押す。
——Zコマンドが実行されて，CPはエディットバッファ内のテキスト文の最後（最後の文字の次）に位置する。

——nZとしても同機能である。

J(Jump)コマンド

*nJ [CR]	CPの位置を，ラインナンバnで示す行の先頭へ移動せよ

——"*"のコマンド待ちに，**ラインナンバn，J**（Jump）の順にコマンドを与える。
——[CR] を押す。
——nJコマンドが実行されて，CPはラインナンバnで示す行の先頭に位置する。

——ラインナンバの指定で，特別の場合を次に示す。

n＝0　または　1，あるいは無指定の時　Bと同機能
n＜0の時　"？？？"のエラー表示がある。
n≧m　（mはテキスト文の全行数）の時，　Zと同機能

L(Line)コマンド

CPを，行（Line）単位で前後に移動させるコマンドである。実行後CPは，指定された行の先頭に位置する。

＊nL CR	**CPのある行からn行目にあたる行の先頭へCPを移動せよ**
＊L CR	**CPのある行の先頭へCPを移動せよ**

——"＊"のコマンド待ちに，**行数 n，L**（Line）の順にコマンドを与える。
—— CR を押す。
——nLコマンドが実行されてCPは，指定された行の先頭に位置する。

——行数の指定で特別の場合を次に示す。

n＝0の時，Lと同機能
n≧m（mは，現在のCPの位置から，テキスト文の終りまでの行数）の時，Zと同機能
n＜0の時，CPのある行から，バッファの先頭に向って｜n｜行移動する。
｜n｜≧ℓ-1（ℓは現在のCPのある行のラインナンバ）の時，Bと同機能

M(Move)コマンド

CPを，文字単位で前後に移動させるコマンドである。スペース，キャリジリターンも，それぞれ1文字として数える。(ラインナンバは含まれない)

＊nM CR	**CPのある位置（文字と文字の間）からn文字分だけCPを移動せよ**

——"＊"のコマンド待ちに，**文字数 n，M**（Move）の順にコマンドを与える。
—— CR を押す。
——nMコマンドが実行されてCPは，指定された文字分だけ離れた位置（文字と文字の中間）へ移動する。

——n＜0の時，CPは｜n｜文字分だけ，バッファの先頭方向へ移動する。
——n＝0またはnが無指定の時は，CPは変化しない。

――修正コマンド――

C(Change)コマンド

エディットバッファ内のあるストリングを，他のストリングに代えるコマンドである。ストリングの検索はCPの位置から，バッファの終りへ向って行なわれ，ストリングの交換を1回だけ実行し，CPは置き換えたストリングの後ろに位置する。

＊Cstring 1▒string 2 [CR]	現在のCPの位置からバッファの終りへ向ってstring 1で指定される文字列を検索し，それが見つかったら，string 2に置きかえよ
＊Cstring 1 [CR]	〔上記と異なる点は，string 1の消去にある〕

――"＊"のコマンド待ちにC（Change）コマンドを与える。
――検索するストリングをキー入力し，デリミタを置く。
――置きかえるストリングをキー入力する。
―― [CR] を押すと，ストリングの検索を始める。ストリングの置き換えは1回だけ行なわれ，置き換えられたストリングを含む行を表示する。CPは，置き換えられたストリングの後ろに位置する。
――検索するストリングが見つからなかった場合は，"NOT FOUND"のメッセージ表示がなされ，CPはエディットバッファの先頭へ位置する。

Q(Queue)コマンド

Cコマンドと異なる点は，ストリングの検索，置き換えが行なわれたあとも，連続的にCコマンドを実行する点である。実行後，CPは最後に置き換えたストリングの後ろに位置する。

＊Qstring 1▒string 2 [CR]	現在のCPの位置から連続的にCコマンドを実行せよ
＊Qstring 1 [CR]	〔上記と異なる点は，string 1の消去にある〕

――"＊"のコマンド待ちにQ（Queue）コマンドを与える。
――あとの操作は，Cコマンドと同じである。置き換えられた行は全て表示する。

――右の写真は，下に示すテキストについて，Qコマンドを実行したもようを示す。

```
1 LD BC,(TEMPO)
2 LD (TEMPO),DE
3 JP 1200H
4 TEMPO:DEFS 2
```

I (Insert) コマンド

CPの位置から，キー入力されたストリングをエディットバッファに挿入する。キャリジリターンを挿入すると，テレビ画面上でも，行替えが行われる。

テキスト文中に，新しい行を挿入する場合は，エディットバッファ内の各行に付けられたラインナンバも更新される。実行後のCPは挿入された文字列の後に位置する。

*Istring ▩ [CR]	CPの位置にstringを挿入せよ
*Istring1 [CR]	CPの位置から，string1，string2，string3の各行を挿入せよ
string2 [CR]	
string3 [CR]	
▩ [CR]	〔Iコマンド内では [CR] は，バッファに挿入されるコードの1つであるから デリミタを置いた後 [CR] でコマンドを実行させる〕

——"*"のコマンド待ちに，I (Insert) コマンドを与える。
——直ちに挿入可能な状態となり，ストリングの入力待ちとなる。

——CPの位置から，キー入力されたアスキーコードを挿入する。従って，CPの後ろに置かれていたストリングは，挿入が行われる度に，エディットバッファの後ろに向って，順送りされることになる。
—— [CR] がキー入力されると，行の区切り記号として [CR] コードがストアされる。
——ストリングの挿入が終ったら，デリミタ▩を置く。
—— [CR] を押すと，I コマンドが実行される。

——次に示すテキスト文への挿入操作例を，右の写真に示す。

テキスト文

```
1  START:ENT
2  LD S, START
3  CALL MSTP ;MUSIC STOP
4  CALL XTEMP ;SET TEMPO
5  END
```

ラインナンバ3と4の間に

```
LD A, 5 ;TEMPO 5
```

を挿入する。

K（Kill）コマンド

CPの位置から，nで指定する行数を，エディットバッファから消去する。

＊nK [CR]	CPの位置を基準として、nにより指定される行数をエディットバッファより消去せよ。 CPが行の中間に位置しているときは、その行のCPの前または後ろにある文字は消去しない。（nの値が正か負かで異なる）
＊K [CR]	CPの位置を基準として，エディットバッファの前に向って [CR] が1個検出されるまですべての文字を消去せよ。[CR] は消去されない。

——"＊"のコマンド待ちに，**行数n**，K（Kill）の順にコマンドを与える。
——[CR] を押すとコマンドが実行される。

——コマンドの実行は，nの値によってそれぞれ次のようになる。

n＞0の場合	現在のCPの位置を基準として，エディットバッファの後ろに向って [CR] コードがn個検出されるまで，すべての文字をエディットバッファより消去する。 [CR] コードも削除されるので，n個目の [CR] が削除された時コマンドの実行を終了することになる。
n＜0の場合	現在のCPの位置を基準として，エディットバッファの前に向って [CR] コードが｜n｜＋1個検出されるまで，すべての文字をエディットバッファより削除する。 ｜n｜＋1個目の [CR] は削除されない。
n＝0または無指定の場合	現在のCPの位置を基準として，左方向に [CR] が1個検出されるまでのすべての文字をエディットバッファより消去する。従って，CPの位置から，その行の先頭までの文字がすべて削除される。[CR] は消去されない。

——行の削除が行なわれたら，ラインナンバも更新される。
——実行後，CPの位置は変化しない。

——右の写真は，下のテキスト文について，Kコマンドを実行したもようを示す。（このテキスト文は，コマンドの実行をわかり易くするためのものである。）

```
1 AABBCC
2 DDEEFF
3 GGHHII
4 JJKKLL
```

D（Delete）コマンド

CPの位置から，nで指定する文字数を，エディットバッファから消去する。

＊nD [CR]	**CPの位置を基準として、nにより指定される文字数をエディットバッファより消去せよ。** **[CR] も文字数に数える。**
＊D [CR]	**(削除は行われず，CPも変化しない)**

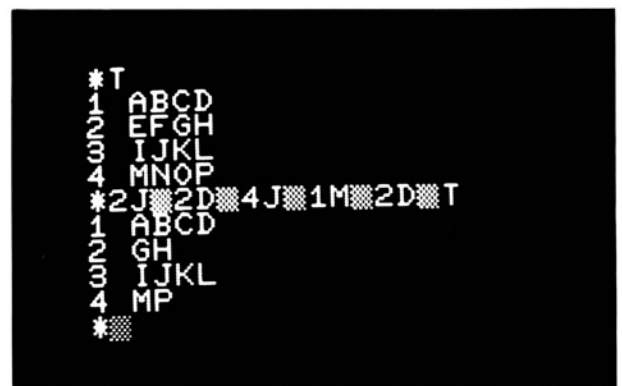
——"＊"のコマンド待ちに，**文字数n**，D（Delete）の順にコマンドを与える。
——[CR] を押すとコマンドが実行される。

——コマンドの実行は，n の値によってそれぞれ次のようになる。

n＞0の場合	現在のCPの位置を基準として，エディットバッファの後ろに向って，n個の文字をエディットバッファより削除する。 [CR] コードも1文字に数える。
n＜0の場合	現存のCPの位置を基準として，エディットバッファの先頭に向って，｜n｜個の文字をエディットバッファより削除する。 [CR] コードも1文字に数える。
n＝0または無指定の場合	削除は行われない。

——文字の削除が，1行を越えた場合ラインナンバも更新される。
——実行後CPの位置は変化しない。

——右の写真は，下のテキスト文について，Dコマンドを実行したもようを示す。(このテキスト文は，コマンドの実行をわかり易くするためのもので，アセンブリ語としての意味はもたない。)

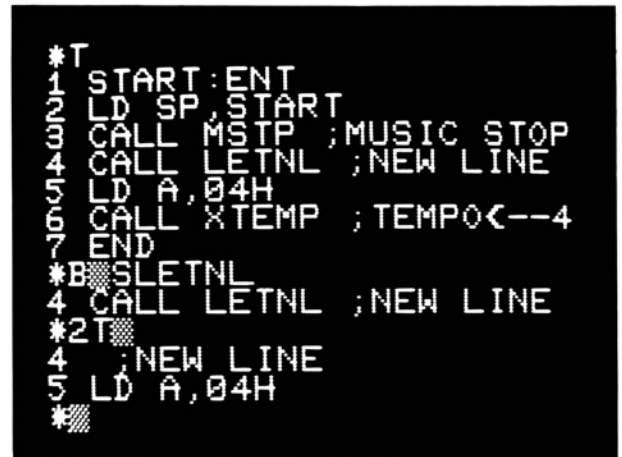
```
1 ABCD
2 EFGH
3 IJKL
4 MNOP
```

――検索コマンド――

S (Search) コマンド

エディットバッファ内のテキスト文中のストリングを見つけ出す。

＊S string CR	現在のCPの位置からエディットバッファの終りに向って string で示される文字列を検索せよ string が検索されたら、CPをその直後に位置させよ

――"＊"のコマンド待ちに，S (Search) コマンドを与える。
――検索すべき string を入力する。
―― CR を押すと，検索が実行される。

――検索は，CPの位置からエディットバッファの終りに向ってなされる。
―― string が見つかったら，その string を含む行を表示して，CPは，string の直後に置かれる。
―― string が見つからなかったら，"NOT FOUND"の表示がなされ，CPはエディットバッファの先頭に置かれる。

――右の写真は，下のテキスト文について string "LETNL" を検索したもようを示している。
Sコマンドのあとに，"LETNL"を含む行が表示されるが，次の2Tコマンドで，CPが，このstringの後に位置していることがわかる。

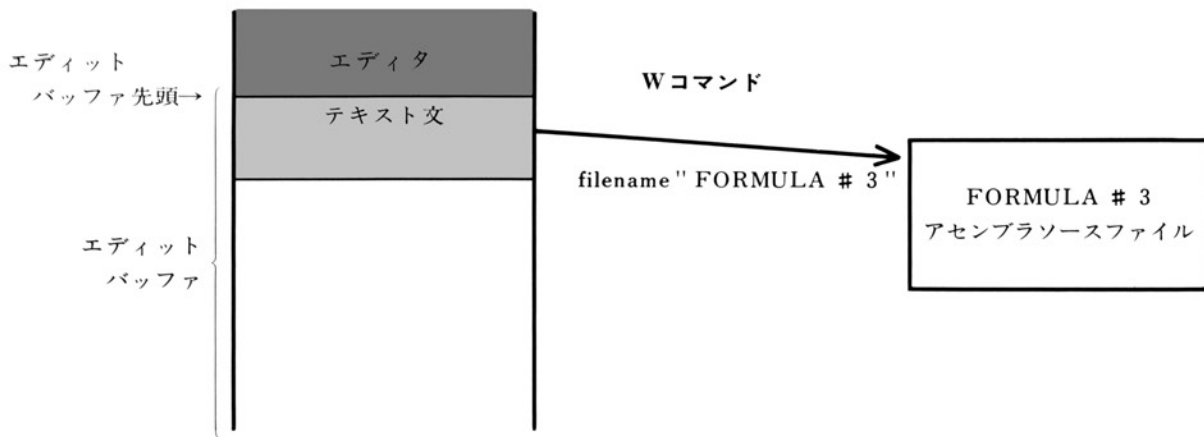
```
1 START：ENT
2 LD SP, START
3 CALL MSTP ;MUSIC STOP
4 CALL LETNL ;NEW LINE
5 LD A, 04H ;TEMPO<--4
6 CALL XTEMP
7 END
```

——出力コマンド——

W (Write) コマンド

エディットバッファの内容を，filename で指定される出力ファイルに出力する。出力されるテキストは，CP の位置に関係なく，バッファ内の全テキストである。

＊WFORMULA # 3 [CR]	エディットバッファの内容に"FORMULA # 3"なる filename を指定して，出力ファイルに出力せよ
＊W [CR]	エディットバッファの内容を，filename を指定せずに出力ファイルに出力せよ

——"＊"のコマンド待ちに，W (Write) コマンドを与える。
——filename を指定する。
——[CR] を押すと，RECORD ボタンと，PLAY ボタンを押すよう指示される。
——RECORD および PLAY ボタンを押すと，テキストのファイルの出力が開始される。
——出力ファイルへの出力が終わると，"OK"表示される。作成されたファイルは，アセンブラソースファイルである。

——Wコマンドを中止する時は，[SHIFT] [BREAK] を押す。
——出力ファイルへの書き出しの途中でエラーが生じた場合，"ERROR"を表示する。
——Wコマンドの実行前後で，CPは変化しない。

——比較コマンド——

V (Verify) コマンド

エディットバッファの内容と，filename で指定されるファイルの内容とを比較する。

* VFORMULA # 3 CR	エディットバッファの内容と，ファイル"FORMULA # 3"の内容とを比較せよ
* V CR	エディットバッファの内容と，入力ファイルの内容とを比較せよ

——"*"のコマンド待ちに，V (Verify) コマンドを与える。
——比較すべき入力ファイルの，filename を指定する。
——CR を押すと，PLAY ボタンを押すように指示される。
——PLAY ボタンを押すと，filename に指定された該当ファイルを見つけ出し，見つかったら比較 (Verify) を開始する。
　filename が指定されなかった場合は，はじめに見つかったファイルと，バッファの内容とを比較することになる。
——入力ファイルとエディットバッファの内容が同一であれば，"OK"と表示され，相違があれば，"ERROR"表示がなされる。
——実行後CPの位置は変化しない。

——**特殊コマンド**——

＝コマンド

＊＝ CR	エディットバッファにあるすべての文字の総数を表示せよ スペースおよび CR も1文字として数えよ

——"＊"のコマンド待ちに，＝（equal）コマンドを与える。
——CR を押すと，エディットバッファ内のすべての文字数が表示される。

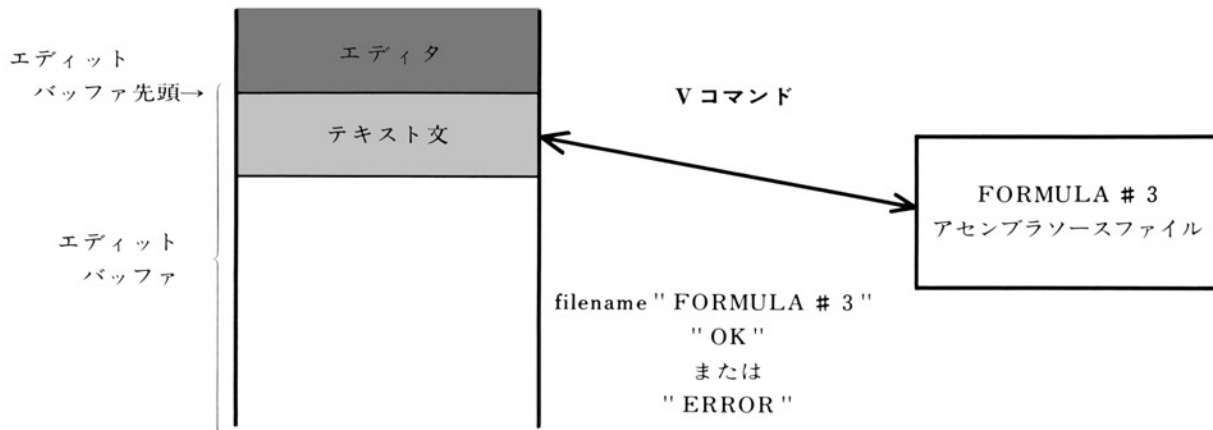
.コマンド

＊. CR	現在の CP の位置する行のラインナンバを表示せよ

——"＊"のコマンド待ちに，.（period）コマンドを与える。
——CR を押すと，CP のある行のラインナンバが表示される。

＆コマンド

＊＆ CR	現在のエディットバッファの内容をすべてクリアせよ

——"＊"のコマンド待ちに，＆（ampersand）コマンドを与える。
——CR を押すと，エディットバッファの内容がすべてクリアされる。

＃コマンド

＊ ＃ CR	プリンタリストモードを切り替えよ

——"＊"のコマンド待ちに，＃（sharp mark）コマンドを与える。
——CR を押すと，プリンタリストモードが切り替わる。

——テキストエディタの始動時は，リストモードは，disable である。＃コマンドを1回入力すると，リストモードは enable，更に入力すると disable と順次，モードが反転することになる。

——下図は，オプションの放電プリンタへ，プリンタモードが enable の時にTコマンドによるリストを行なった印字例である。

```
*
1 ;
2 ;  EDITOR LIST SAMPLE
3 ;
4 REL 1200H
5 START:ENT
6 MAIN1:ENT
7 LD SP,START ;INITIAL STACK POINTER
8 CALL MSTP ;MUSIC STOP
9 LD A,5
10 CALL XTEMP ;SET TEMPO TO 5
11 CALL CLTBL ;CLEAR TABLE
12 XOA A
13 LD (?TABP),A ;INITIAL I/O #1
14 MSTP:EQU 0047H ;MUSIC STOP (MONITOR)
15 ?TABP:DEFS 1
16 END
```

！コマンド

＊！CR	モニタへコントロールを移せ

——"＊"のコマンド待ちに，！（exclamation mark）コマンドを与える。
——CR を押すと，コントロールはモニタへ戻る。

——モニタからテキストエディタへ戻るには，次の2通りの方法がある。

GOTO$1200 CR　エディットバッファの内容はクリアされる。　(COLD START)

GOTO$1260 CR　エディットバッファの内容はクリアされない。　(WARM START)

3―4　EDITOR-ASSEMBLER の使い方

EDITOR-ASSEMBLER（SYSTEM PROGRAMのOPTIONとして別売）というソフトは，文字通り，TEXT EDITORとASSEMBLERの両者を1本のシステムプログラムとしてまとめたものである。エディタおよびアセンブラの基本機能は前記のエディタSP-2201，アセンブラSP-2101とほぼ同様であるが，EDITOR-ASSEMBLERでのバージョンナンバーは次のようになっている。

EDITOR-ASSEMBLER'S　ASSEMBLER　SP-2102
EDITOR-ASSEMBLER'S　EDITOR　SP-2202

エディタとアセンブラとは，それぞれ"X"コマンドで他へ移ることができる。このように，TEXT EDITORとASSEMBLERをまとめたのは，テープの掛け替えの煩わしさを省くためのものである。ソースプログラムのバイトサイズがそう大きくない場合，或いは，プログラムを作成し始める場合には，このソフトを用いて，エディット作業，アセンブル作業を続けて即座に行ない，アセンブルリストを検討しながら，ソースプログラム中の誤りをすぐに直すことができる。

EDITOR-ASSEMBLERのバイトサイズは，アセンブラシンボルテーブル（1200～2100）の4Kバイトを合わせて約14Kバイトである。

下の写真は，モニタで"EDITOR-ASSEMBLER"をロードし，はじめに走り出したTEXT EDITOR SP-2202で，3行のテキスト文を作成し，**Xコマンド**で，ASSEMBLER SP-2102へ移るもようと，逆に，ASSEMBLERのPASSから**Xコマンド**で，エディタへ戻りTコマンドを行ったもようが示されている。

モニタで**EDITOR-ASSEMBLER**をロードしている。
エディットバッファのバイト数が示されている。（写真ではRAMが最大48Kバイトの場合を示している）
エディタの"I"コマンドで3行のテキスト文を作成している。
エディタの"X"コマンドでアセンブラへ移り，PASSの入力待ちの状態となっている。

```
PASS X
*T

1 START:ENT
2 LD SP,START
3 END
*
```

アセンブラのPASSで"X"コマンドを与えることにより，エディタへ移り，エディタの"＊"のコマンド待ちとなる。
"T"コマンドを与えて，タイプアウトをした例である。

第4章
RELOCATABLE LOADER
SP-2301

MZ-80K

Hyperboreer
Hippomolgen
Kikonen
Skylla
Trinakrie
Kyklopen
Sparta
Lydien
Paphlagonier
Phönicien
Theben
Region des Tages
Pygmaen
Erember
Athiopen
Fluß
Okeanos

4―1 リロケータブルローダ概要

リロケータブルローダは，アセンブラ出力のリロケータブルバイナリファイルを入力し，目的プログラム（アブソリュートバイナリファイル）を出力する。

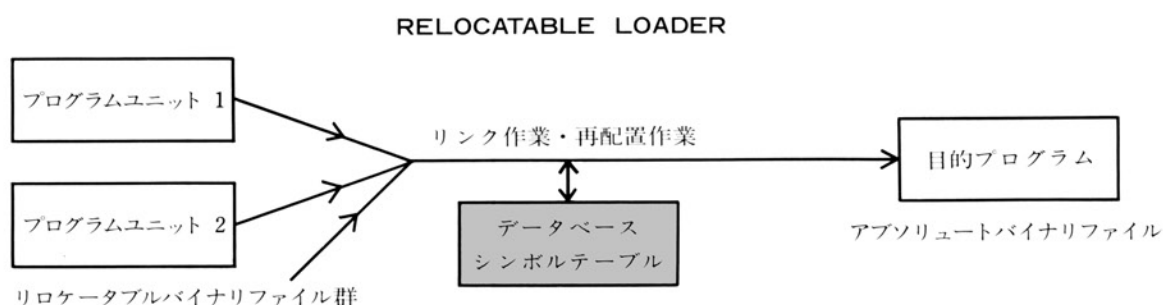
リロケータブルバイナリファイルというものは，CPUが直接に実行できるプログラムではなく，プログラムをリロケータブルな状態として保持するための，各種の情報が載せられているファイルである。

さらに，複数のプログラムユニットをリンクするために宣言されたグローバルシンボルは，そのままアスキーコードの形で，ファイルに登録されている。

リロケータブルローダは，これらの情報を受けとり，プログラマの指定するアセンブルバイアスを，相対アドレスに付加して，目的プログラムをなす機械語プログラムをローディングエリア内に構成して行く。

複数のリロケータブルバイナリユニットを入力する場合は，最初のプログラムでアセンブルバイアスを指定すれば，次からのプログラムユニットは，Nコマンドで前のプログラムに付加（Append）される形で，リンケージロードが行われる。

ローディングを行う，実際のメモリエリアは，アセンブルバイアスと同時に，プログラマが指定することになるが，そのローディングエリアは，一時的に使用されるメモリであり，一般に，目的プログラムのアドレス形式と一致しない。従って，リロケータブルローダは，実行コマンドを持たない。

目的プログラム(アブソリュートバイナリファイル)の出力は，実行アドレス(execute address)とデータアドレス(data address)を指定することにより行われる。ローダでのバイアスの考え方は後に解説される。

コマンド名	機　　能
L (relocate load)	アセンブルバイアスとローディングアドレスを指定し，ローディングを開始する。
N (Next file)	前のプログラムに付加して次のプログラムをリンキングロードする。
H (Height)	現在のアセンブルバイアスとローディングアドレスの値を表示する。
T (Table dump)	シンボルテーブルの内容を表示する。
S (Save)	実行アドレスとデータアドレスを指定し，目的プログラムファイルを出力する。
V (Verify)	Sコマンドで出力された目的プログラムファイルをメモリの内容と比較する。
* (clear table)	シンボルテーブルをクリアし，アセンブルバイアスとローディングアドレスを0000にする。
# (change printer mode)	プリンタ出力モードを切り替える。
! (goto monitor)	モニタへコントロールを移す。

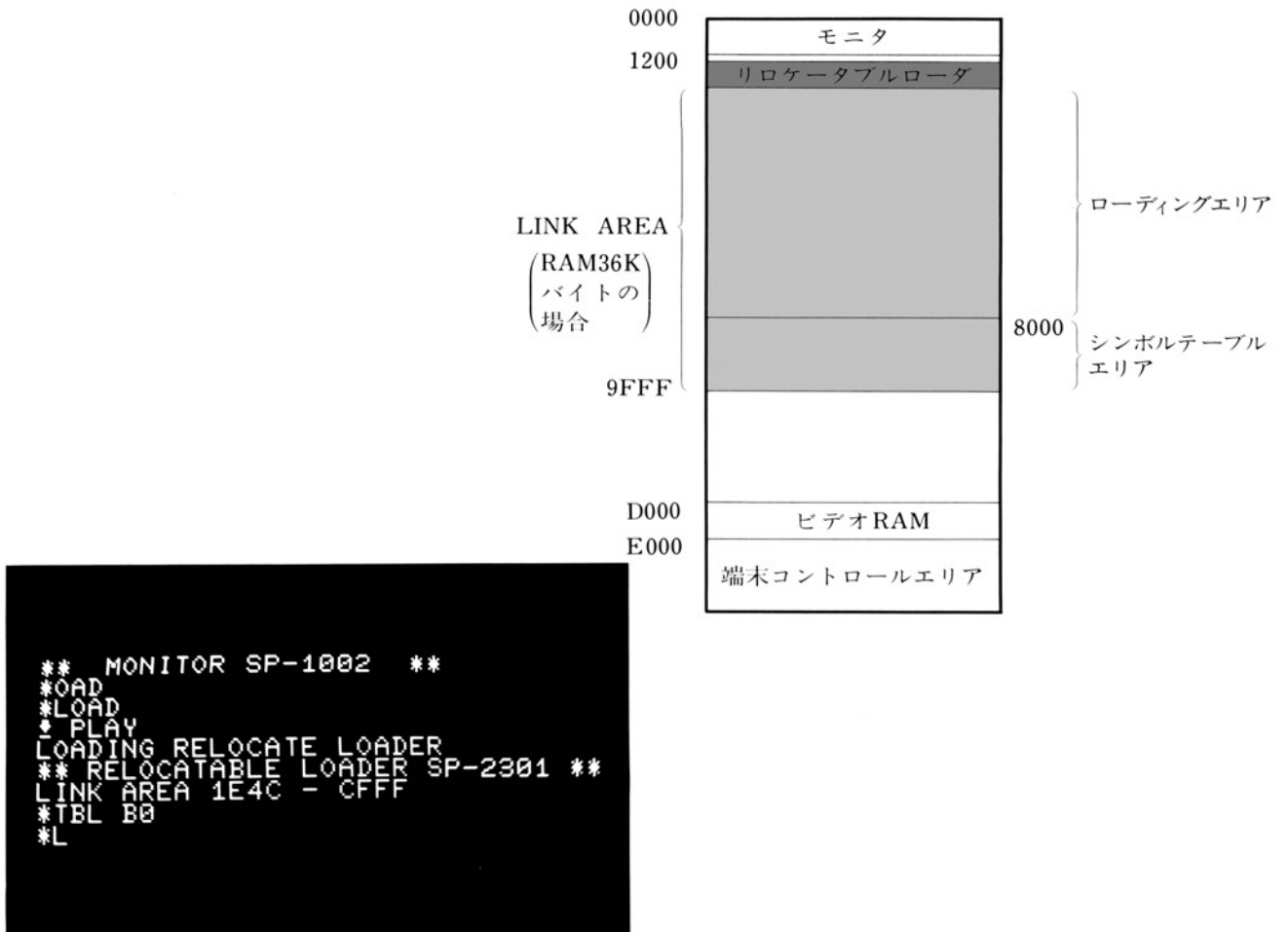
シンボルテーブル (symbol table)

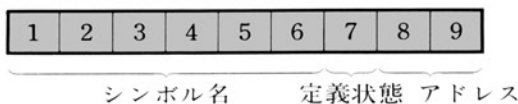
リロケータブルローダおよびシンボリックデバッガで〝シンボル〟と呼ばれる情報とは，ソースプログラムでグローバル宣言のなされたラベルシンボルのことである。即ち，擬似命令ENTまたはEQUで定義されたラベルシンボルのことであり，これらはプログラムのリンクを行うために，アセンブラ出力のリロケータブルバイナリファイル中に情報としてそのまま残されているのである。

ローダは，リロケータブルバイナリファイルを入力しながら，ラベルシンボルを，シンボルテーブルにストアして行く。シンボルテーブルはローダのLINK AREA内の後部に置く。その先頭アドレスは16進の上位2桁をプログラマが指定する。たとえば，

```
*TBL 80
```

とすると，シンボルテーブルの先頭アドレスは，8000H番地に設定される。

下の写真は，リロケータブルローダのイニシャライズの画面を示しており，右図は，メモリマップの構成を示している。

シンボルテーブルに登録される情報の1単位は，次のように9バイトで構成されている。

1	2	3	4	5	6	7	8	9
シンボル名						定義状態	アドレス	

4－2　ローダのバイアスとアドレスの考え方

リンケージローダおよびシンボリックデバッガを使用する場合，プログラマは，シンボルテーブルのアドレス以外に，4つのアドレスを指定しなくてはならない。即ち，リロケータブルバイナリファイルを入力する際の，アセンブルバイアスとローディングアドレス，アブソリュートバイナリファイルを出力する際の，実行アドレスとデータアドレスである。

これらのアドレスによって，目的プログラムの形式を決めることになるが，それぞれを全く任意に指定することはできず，相互の関連に留意しなくてはならない。特に，REL命令を使用している場合は注意が必要である。

以下，順をおってこれらのバイアスの考え方を説明する。

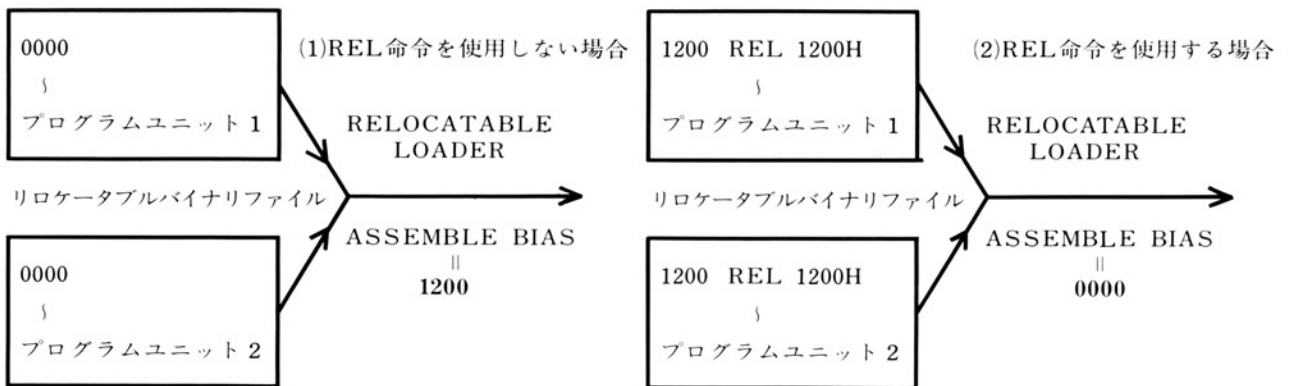
ASSEMBLE BIAS

アセンブルバイアスは，目的プログラムのアドレス形式を，アブソリュート形式に決定するためのバイアスである。指定されたバイアスは，リロケータブルバイナリファイル中の相対アドレスに加算されることになる。

今，目的プログラムを，1200H番地からスタートする形式にする場合を考える。この場合，REL命令を用いないでアセンブル作業を進める方法と，RELを使う場合と，2通りの進め方がある。RELを使う場合は，かなり，複雑になって来るので注意が必要である。

擬似命令RELを使わない時は，目的プログラムのスタートアドレス，今の場合1200Hを，ローダのアセンブルバイアスとして指定すればよい。即ち，アセンブラ出力のリロケータブルバイナリの相対アドレス形式は，いつも，0000Hをスタートアドレスとする形式となっているからである。

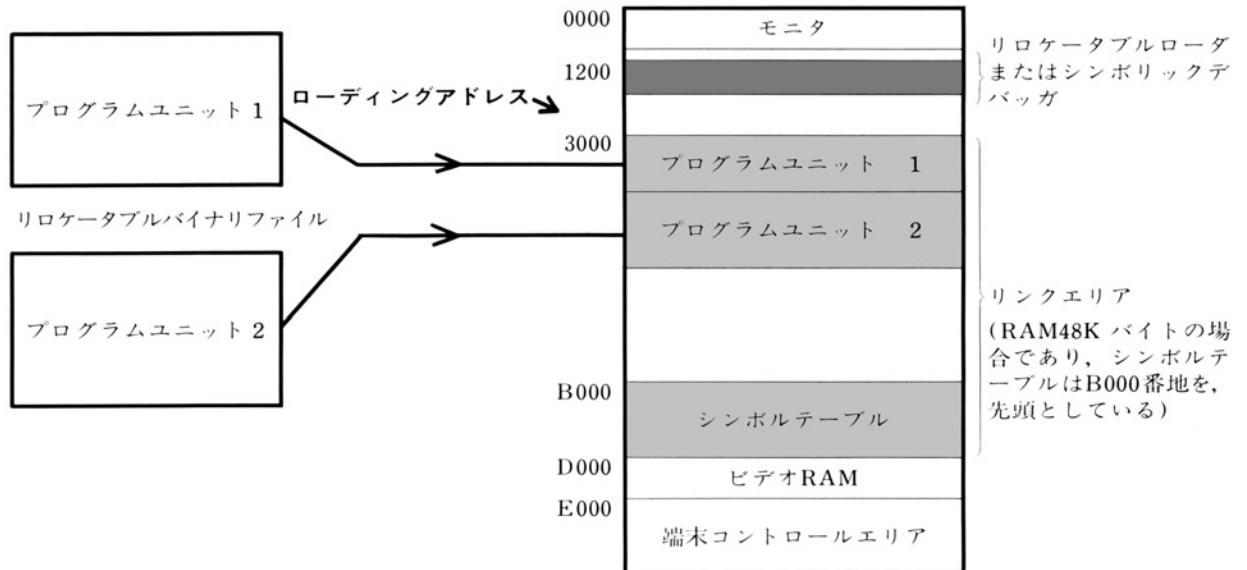
擬似命令RELを使って，すでに1200H番地からスタートする形式のリロケータブルバイナリファイルを得ている場合には，ローダのアセンブルバイアスは，0000に指定しなくてはならない。（それを，1200と指定すると，絶対アドレス形式は2400H番地からスタートする形式となる。）

複数のプログラムユニットをリンクする場合は，全てのプログラムユニットの，相対アドレス形式が一致していなければならない。たとえば，REL 1200Hをユニット1で使用したなら，他の全てのユニットの冒頭にもREL 1200Hが置かれている必要がある。

LOADING ADDRESS

ローディングアドレスは，リンクエリア内で，リロケータブルバイナリファイルを入力する先頭アドレスを指定するものである。

リロケータブルローダは，直接実行するコマンドを持っていない。すなわち，メモリ内に構成される，アブソリュートプログラムは，一般に，ストアされているメモリアドレスと形式が一致しないからである。従って，メモリ領域は一時的にストアされる領域であるから，任意のエリアを使用でき，ローディングアドレスも任意に，選ぶことが可能である。

一方，シンボリックデバッガは，直接実行するコマンドを持っており，アブソリュートプログラムは，直接実行可能でなくてはならず，アセンブルバイアスを指定すれば，ローディングアドレスとして指定すべき値が必然的に決まって来る。

次に，リロケータブルローダまたはシンボリックデバッガで，ローディングアドレスを3000と指定した時のローディング状態のもようを示す。

〔問〕　リロケータブルバイナリファイルが2つある。いずれも，ソースプログラムでRELを使っていない。シンボリックデバッガでリンキングロードを行なうのに，アセンブルバイアスを3000に指定して，アブソリュートプログラムを作成しデバッグを行なう。この場合，ローディングアドレスの値は，どれだけとしなくてはならないか。

答………3000としなくてはならない。

〔問〕　今の2つのユニットが，いずれも先頭にREL　1200を使っており，アセンブルバイアスを，2000としたとすると，ローディングアドレスは，どれだけとしなくてはならないか。

答………3200としなくてはならない。

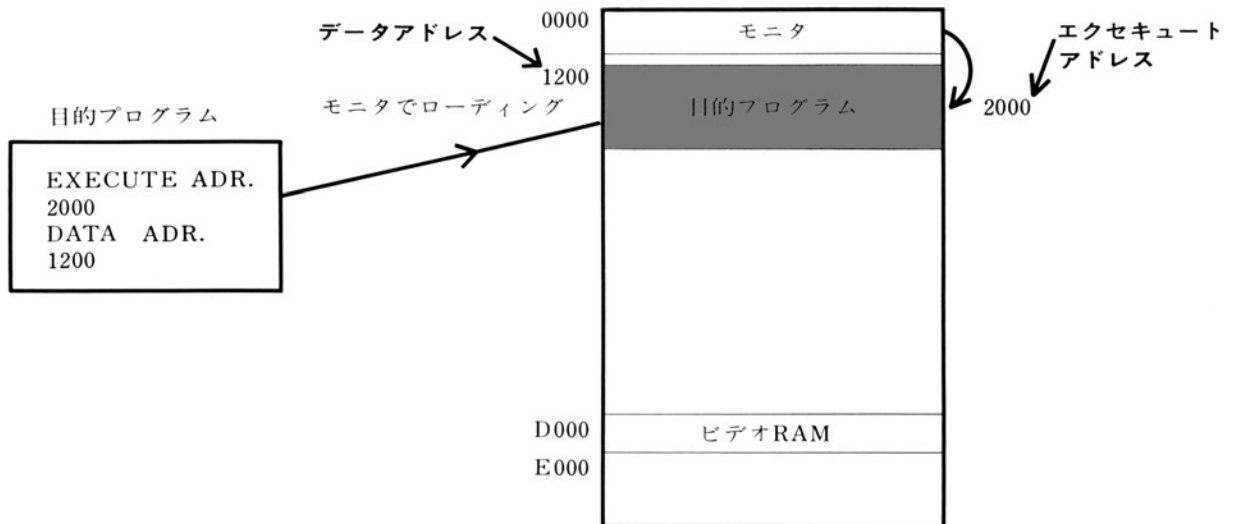
EXECUTE ADDRESS と DATA ADDRESS

エクセキュートアドレス（実行アドレス）とデータアドレスは，リロケータブルローダで目的プログラムファイルを出力する際に指定しなくてはならない。指定の際の任意性はなく，既にメモリ内に構成されている，アブソリュートプログラムの形式に従った値でなくてはならない。

これらのアドレスは，目的プログラムファイル（アブソリュートバイナリファイル，またはセーブモードオブジェクトファイルともいう）の中に，インフォメーションデータとして登録されるものである。

目的プログラムを，モニタでロードする場合，ロードされるアドレスの先頭は，データアドレスで指定される。ローディング終了後，プログラムカウンタのとる値は，エクセキュートアドレスで指定される。下図は，データアドレス1200，エクセキュートアドレス2000の目的プログラムのローディングとコントロールの移行のもようが示されている。

目的プログラムを，モニタでなく，シンボリックデバッガまたはマシンランゲージのYコマンドでローディングを行う場合，或いは，BASICとリンクを行なう場合は，エクセキュートアドレスは無視され，ローディング終了後も，そのシステムプログラム中にコントロールは残る。従って，この場合は，そのシステムプログラムの実行コマンドを用いて，プログラムのコントロールを，エクセキュートアドレスへ移してやる必要がある。

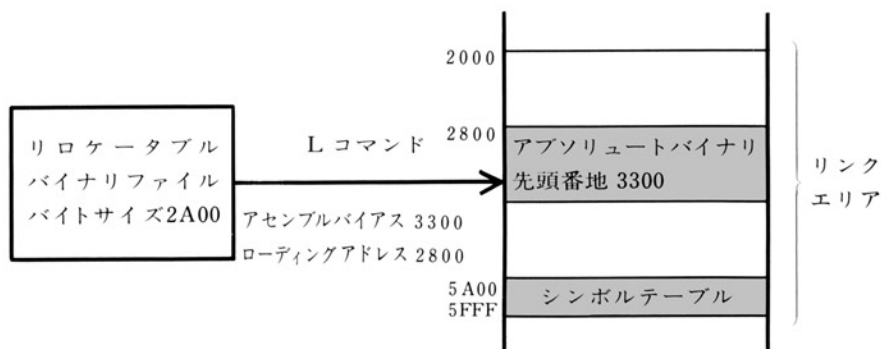
4—3　リロケータブルローダコマンド

L (relocate Load) コマンド

ローダのリンクエリア内に，アセンブラ出力のリロケータブルバイナリファイルを入力する。ローダは，目的ファイル（アブソリュートバイナリファイル）を作成するためのものであり，そのアブソリュート形式は，このコマンドでアセンブルバイアスを指定することにより決められる。

＊LL 1200 2000	リロケータブルバイナリファイルをアブソリュートバイナリ形式にアセンブルしてローディングを行え ただし，アセンブルバイアスは1200，ローディングアドレスは2000とする

——"＊L"のコマンド待ちに，L（relocate Load）を入力する。("＊L"は，"LOADER"を意味している。)
——続けて，アセンブルバイアスとローディングアドレスをそれぞれ16進4桁で入力する。
前項のバイアスの考え方で説明したように，アセンブルバイアスは，プログラムのアブソリュートバイナリ形式を定めるものである。アセンブラで，REL コマンドを実行している場合としていない場合では，同じアブソリュートバイナリを得るのに，異なった指定が必要となる。
一方ローディングアドレスは，一時的にアブソリュートバイナリプログラムをローディングするエリアを決めるものであるから，シンボルテーブルまでのリンクエリア内で，ある程度任意に指定することができる。
——次に，システムは"**FILENAME?**"と表示し，読み込むファイルネームの指定を待つ。
——ファイルネームを指定したら CR を押す。システムは PLAY ボタンを押すよう指示する。
——PLAY ボタンを押すと，指定されたファイルを見つけ出し，読み込みを始める。
ファイルネームを指定していないと，最初に見つけ出したファイルを読み込む。
——読み込みが終了すると，"OK"が表示される。
——途中でエラーが生じた場合，"ERROR"を表示する。
——読み込みを中止する時は， SHIFT BREAK を押す。

〔問〕　リンクエリアが2000－5FFFであるとする。今，シンボルテーブルを5A00に設定し，バイトサイズ2A00，REL 擬似命令を使っていないリロケータブルバイナリファイルをローディングして，プログラムの先頭番地が3300であるようなアブソリュートバイナリを作成したい時，各バイアスおよびアドレスの設定はいくらとすればよいか。

答……アセンブルバイアスは3300，ローディングアドレスは，2000から3000の範囲で選択できる。たとえば2800（右図）。

N (Next file) コマンド

現在のアセンブルバイアスとローディングアドレスの値（コマンドHで示される値）に従って，次にロードするリロケータブルバイナリファイルをリンキングロードする。

＊LN	**リロケータブルバイナリファイルを付加してリンキングロードせよ アセンブルバイアスとローディングアドレスは現在の値とする**

――"＊L"のコマンド待ちに，**N** (Next file) コマンドを与える。
――システムは"**FILENAME?**"と表示し，読み込むファイルネームの指定を待つ。
――ファイルネームを指定したら CR を押す。システムは PLAY ボタンを押すよう指示する。
――PLAY ボタンを押すと，指定されたファイルを見つけ出し，読み込みを始める。
　ファイルネームを指定していないと，最初に見つけ出したリロケータブルバイナリファイルを読み込む。
――ローディングの際のアセンブルバイアスとローディングアドレスは，Nコマンドの実行直前の値に従う。この場合，各プログラムユニットでRELコマンドを用いる場合は特に注意が必要であり，通常各ユニットの冒頭に置かれたREL nn′は，すべてnn′の値が一致していなくてはならない。(バイアスの考え方を参照)
――ローディング作業は，プログラムの付加（Append）および，リンク（Linking）が行われる。
――読み込みが終了すると，"OK"が表示される。
――途中でエラーが生じた場合，"ERROR"を表示する。
――読み込みを中止する時は， SHIFT BREAK を押す。

H (Height) コマンド

＊LH	**現在のアセンブルバイアス，ローディングアドレスの値を表示せよ (変更は不可)**

――"＊L"のコマンド待ちに，**H** (Height) コマンドを与える。
――システムは，現在のアセンブルバイアスとローディングアドレスの示す値を，それぞれ16進4桁で表示する。
　これらのバイアス値を変更することはできない。(＊コマンドで，クリアすることはできる)

〔問〕　Lコマンドでアセンブルバイアス1200，ローディングアドレス2000として，バイトサイズ2A00のリロケータブルバイナリファイルをローディングした後，Nコマンドでバイトサイズ F00 のリロケータブルバイナリファイルをリンキングロードした。この時，Hコマンドの示す値はいくらか。

答…………アセンブルバイアス 4B00，ローディングアドレス 5900

T（Table dump）コマンド

シンボルテーブルに登録されている内容を表示する。ラベルシンボル名とその絶対アドレス，および定義状態が示される。

＊LT	シンボルテーブルの内容を表示せよ

——"＊L"のコマンド待ちに，**T**（Table dump）コマンドを与える。
——システムは，シンボルテーブルに登録されている内容，すなわち，ラベルシンボル名，その絶対アドレス（16進表現）および，定義状態を表示する。
定義状態を調べることにより，シンボル定義の誤りなどを見つけることができる。

——右の写真は，Lコマンドを実行した後に，Tコマンドを実行してシンボル定義をチェックするもようを示している。未定義シンボルには"U"表示がなされている。

——シンボルの定義状態に関するメッセージは下表のようになっている。
具体的な例を次頁に示している。

メッセージ	定　義　状　態
U	未定義シンボル Undefined（Adr. or Data）
M	シンボル2重定義 Multi-defined（Adr. or Data）
X	クロス定義 Cross-defined（Adr. and Data）
H	データ未定義を含むデータ定義済 Half-defined（Data）
D	データ定義シンボル Data（Data）

アドレス定義済のシンボルにはメッセージがつかない。

＊（CLEAR bias and table）コマンド

＊L＊	アセンブルバイアス，ローディングアドレスを0000とし、シンボルテーブルの内容はクリアせよ

——"＊L"のコマンド待ちに，＊（CLEAR）コマンドを与える。
——＊コマンドが実行されて，アセンブルバイアス，ローディングアドレスはいずれも0000となり，シンボルテーブルの内容は，クリアされる。
ただし，"＊TBL"でシンボルテーブルに設定された番地はクリアされない。

―各リンクメッセージの説明―

1番目にロードするプログラムユニット

```
TMDLYH:     LD      HL, START
COUNT:      ENT
            DEC     HL
            LD      A, H
            CP      COUNT0
            JR      NZ, COUNT
            LD      A, L
            CP      COUNT1
            JR      NZ, COUNT
            RET
PEND:       ENT
            DEFM     TMDLYH'
            DEFB    0DH
COUNT1:     EQU     00H
COUNT0:     EQU     50H


            END
```

"START" H
STARTは1番目のプログラムではData未定義であり，2番目以後のプログラムでSTART：EQUでDataとして定義される。

注
EQU命令はリンクするプログラムユニットの先頭に持ってくる必要がある。

"COUNT1" D
COUNT1がDataとして定義されている。(これはエラーではない)

2番目にロードするプログラムユニット

```
TMDLYL:     LD      HL, START
LOOP1:      DEC     H
            LD      A, H
            CP      COUNT
            JR      NZ, LOOP
            RET
PEND:       ENT
            DEFM    'TMDLYL'
            DEFB    0DH
START:      EQU     1000H
COUNT:      EQU     00H



            END
```

"COUNT" X
COUNTが1番目にロードしたプログラムでAdr.として定義され2番目にロードしたプログラムでDataとして定義されている。

"PEND" M
PENDが1番目にロードしたプログラムでAdr.として定義され2番目にロードしたプログラムでまたAdr.として定義されている。(二重に定義されている)

3番目にロードするプログラムユニット

```
INPUT:      CALL    001BH
            CALL    TMDLYL
            CALL    001BH
            LD      HL, START
            CP      0DH
            JR      Z, END
            LD      (HL), A
            INC     HL
            JR      INPUT
END:        JP      0000H


            END
```

"TMDLYL" U
TMDLYLがAdr.として未定義であり，外部プログラムユニットの中でもENT宣言されていない。

S(Save)コマンド

RELOCATABLE LOADER によってリンクエリア内に構成されたアブソリュートバイナリプログラムを，ファイルネームおよび，実行アドレス，データアドレスを指定して，出力ファイルに出力する。この出力によって，目的とするアブソリュートバイナリファイルを得る。

＊LS FILENAME?TINY BASIC [CR] FROM? 2000 TO? 3BFF EXECUTE? 1200 DATA? 1200	リンクエリア内の2000から3BFFに構成されている，アブソリュートバイナリブロックを出力せよ ただし，ファイルネームは"TINY BASIC"とし，実行アドレス1200，データアドレス1200とする

——"＊L"のコマンド待ちに，S (Save) コマンドを与える。

——システムは改行して"**FILENAME?**"と表示し，出力ファイル名の指定を待つ。

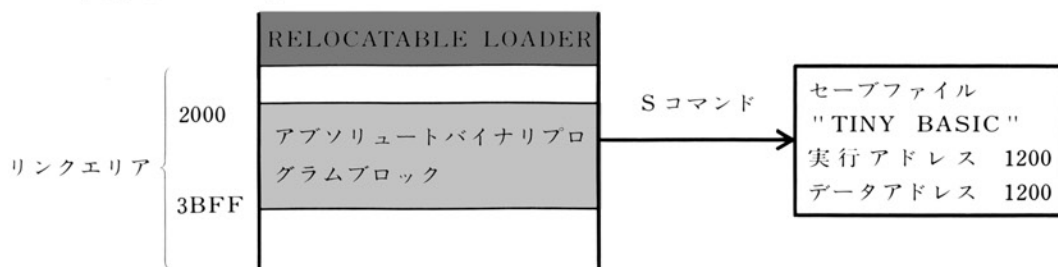
——ファイルネームを指定したら [CR] を押す。

——改行して"**FROM?**"を表示し，出力すべきリンクエリア内のアブソリュートバイナリブロックの先頭アドレスが，16進4桁で指定されるのを待つ。
次に"**TO?**"を表示し，同じくエンドアドレスの16進4桁指定を待つ。

——出力するメモリブロックが指定されると，改行して，出力ファイルのインフォメーションブロックに登録する実行アドレス（EXECUTE ADR.）と，データアドレス（DATA ADR.）の指定を持つ。

前項"ローダのバイアスとアドレスの考え方"で説明したように，実行アドレスは，セーブファイルをロードした後に，プログラムのコントロールが移るアドレス（従ってプログラムカウンタのとる値）であり，データアドレスは，ローディングの行なわれる先頭アドレスになる。

——以上の指定を終えると，RECORDボタンとPLAYボタンを押すように指示される。

——RECORDおよびPLAYボタンを押すと，セーブファイルの出力をはじめる。

——セーブファイルの出力を終了すると"OK"が表示される。

——途中でエラーが生じた場合，"ERROR"を表示する。

——ファイル出力を中止する時は，[SHIFT] [BREAK] を押す。

V(Verify)コマンド

ファイルネームで指定されるセーブファイルと，リンクエリアの内容とを比較する。

＊LV　セーブファイルの内容と，リンクエリアの内容とを比較せよ

——"＊L"のコマンド待ちに，V（Verify）コマンドを与える。
——システムは"**FILENAME?**"と表示し，比較すべき，セーブファイル名の指定を待つ。
——ファイルネームを指定したら CR を押す。システムは，PLAYボタンを押すよう指示する。
——PLAYボタンを押すと，指定されたファイルを見つけ出し，比較を始める。
　ファイルネームを指定していないと，最初に見つけ出したファイルの比較を行う。
——比較されるファイルと，リンクエリアの内容が同一であれば，"OK"と表示され，相違があれば，"ERROR"の表示がなされる。
——ファイルの比較を中止する時は，SHIFT BREAK を押す。

——右の写真は，セーブファイル"TINY BASIC"とリンクエリアの内容とを比較し，互いに一致したもようを示している。

〔問〕 リンクエリア内の2000から2F00までに，5E00を先頭番地とする形式のアブソリュートバイナリプログラムがある。BASICの機械語サブルーチン群であるこのアブソリュートバイナリプログラムを，ファイルルネーム"SUB－ROUTINE"なるセーブファイルに出力する方法を示せ。

答……右の写真に示す。
　このセーブファイルは，モニタでロードされて単独で用いられるものではなく，BASICプログラムのサブルーチンである。すなわち，BASICのLIMITコマンドによって確保された領域に，LOADコマンドによってリンクされる。そうした場合（モニタによるロード以外の場合）実行バイアスは無視され，ロードを行なったシステムプログラムにコントロールは戻る。右の例では実行バイアスは便宜的に0000としてある。(セーブファイルとBASICとのリンク方法は，P.87を参照)

＃コマンド

＊L＃　　プリンタへのリスティングのためのリストモードを切り替えよ

——"＊L"のコマンド待ちに，＃（sharp mark）コマンドを与える。

——プリンタへのリスティングのための，リストモードが切り替わる。

RELOCATABLE LOADER の起動時は，プリンタリストモードは disable であり，＃コマンドを1回与えるごとに，モードは enable，disable と切り替わる。

プリンタリストモードが enable であると，出力表示は，テレビ画面と，プリンタの両方に行われる。

——下図は，オプションの放電プリンタへ，T コマンドによるシンボルテーブルのリストを行った印字例である。

```
*LT
?PRNT     5393   BELL    D 003E   BRKEY  D 001E   BSIZE0    530C
BUFF0     5408   BUFF1     540A   BUFF2    540C   BUFF3     540E
BUFF4     5410   COMMN     524A   DISPL    52DA   DSPXY   D 1171
FREE      5446   GETKY   D 001B   GETL   D 0003   HEIG      52D5
KANAF   D 1170   KANST   D E003   KEYPA  D E000   KEYPC   D E002
LETNL   D 0009   LOOK1     527D   LOOK2    5293   MAIN0     5200
MAIN1     5217   MAIN2     5256   MELDY  D 0030   MSG     D 0015
MSG0      5412   MSG1      5417   MSG2     541B   MSG3      5421
MSTP    D 0047   NL      D 0006   PRNT   D 0012   PRNTS   D 000C
READ      52A4   READ0     52B0   RLINK    5229   RSAVE0    525E
RSAVE1    5279   SEARCH    52E4   SORT     5473   START     5200
STCK      53B5   STIN      53EC   TAPE     5343   TEMP0     5428
TEMP1     542D   TEMP2     5435   TEMP3    543B   WARN      5366
WRITE     52CA   XTEMP   D 0041
```

！コマンド

＊L！　　モニタへコントロールを移せ

——"＊L"のコマンド待ちに，！（exclamation mark）コマンドを与える。

——システムのコントロールは，モニタへ移る。

——モニタから，RELOCATABLE LOADER へ戻るには，次の2通りの方法がある。

＊GOTO＄1200 [CR]	**リンクエリアの内容をクリアして，スタックを初期状態に戻す。 (COLD START)**
＊GOTO＄1260 [CR]	**リンクエリアの内容はクリアせず，コマンド待ちへ移る。 (WARM START)**

第5章
SYMBOLIC DEBUGGER
SP-2401

MZ-80K

Hyperboreer
Hippomolgen
Kikonen
Skylla
Trinakrie
Kyklopen
Paphlagonier
Sparta
Ogygia
Lydien
Phönicien
Theben
Liby
Region des Tages
Erember
Athiopen
Pygmaen
Fluss
Okeanos

5—1　シンボリックデバッガ概要

シンボリックデバッガ SP−2401 は，アセンブラ出力のリロケータブルバイナリファイルをリンクしながら即時実行可能な，絶対型式オブジェクトプログラムをメモリ上に構成し，プログラムを実際に走らせてデバッグ操作を行うことができる。

デバッグ操作は，プログラム中に**ブレークポイント**を設定して，プログラムの実行をそこで中止させることによって行う。ブレークポイントがかかった時，レジスタの内容は待避される一方，その内容を変更したり，バッファとして使用しているメモリエリアの内容を調べることができる。チェック，変更を行った後，レジスタの内容を復帰してその箇所からのリスタートが可能である。

ブレークポイントの設定や，メモリダンプ，実行コマンドなどは，アドレス指定の際必ずしも絶対アドレスで指定する必要はなく，ソースプログラム中で，エントリ宣言（擬似命令 ENT）のなされたラベルシンボルを用いて相対的に指定することができる。

デバッグが終了し，プログラム中の誤りを見つけ出したならば，ソースプログラムを編集し直す。各ソースプログラムユニットのデバッグが全て終了したら，リロケータブルローダを用いて目的とするオブジェクトバイナリファイルを得ることになる。

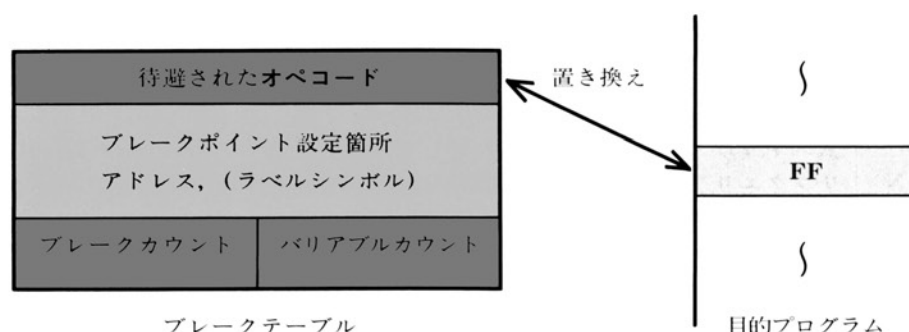
シンボリックデバッガのコマンドは次のものがある。このうち† マークを付したコマンドは，シンボリック操作が可能なものである。尚，シンボルテーブルの設定はリロケータブルローダの場合と同様である。

コマンドの種類	コマンド名	機　　　能
リンキングロード シンボルテーブルコマンド	L	リンクエリア内に，アセンブラ出力のリロケータブルバイナリファイルを入力する。リロケータブルバイナリは，アセンブルバイアス，ローディングアドレスで指定された形式のアブソリュートプログラムとしてストアされる。(relocate Load)
	N	リンクエリア内のプログラムに，入力リロケータブルバイナリファイルを，付加およびリンクしてローディングする。(Next file)
	H	現在のアセンブルバイアス，ローディングアドレスの値を表示する。(Height)
	T	シンボルテーブルに登録されている内容を表示する。ラベルシンボル名とその絶対アドレスおよび定義状態が示される。(Table dump)
	*	現在のアセンブルバイアス，ローディングアドレス値をクリアして0000とする。またシンボルテーブルの内容をクリアする。(CLEAR bias and table)
デバッグコマンド	B†	ブレークポイントを設定する。(Break point)
	&	設定されたブレークポイントをすべてクリアする。(clear break point)
	M†	リンクエリア内の指定したブロックの内容を16進表示する。(Memory dump)
	D†	リンクエリア内の指定したブロックの内容を命令単位で16進表示する。(memory list Dump)
	W†	リンクエリア内の指定したアドレスから，データを16進コードで書き込む。(Write)
	G†	プログラムを指定アドレスから実行する。(Goto)
	I	レジスタバッファの示す内容でプログラムを実行する。実行アドレスはPCの示す値である。(Indicative start)
	A	A，F，B，C，D，E，H，L の内容を16進表示，または変更する。(Accumulator)
	C	A′，F′，B′，C′，D′，E′，H′，L′の内容を16進表示，または変更する。(Complementary)
	P	PC，SP，IX，IY，I の内容を16進表示，または変更する。(Program counter)
	R	A，C，P コマンドのすべてのレジスタをまとめて16進表示する。(Register)
	X	指定されたメモリブロックを指定アドレスへ転送する。(TRANS fer)
アブソリュートファイル入出力コマンド	S	リンクエリア内のアブソリュートプログラムとシンボルテーブルとを出力ファイルへファイルネームを指定して出力する。(Save)
	V	ファイルネームで指定されたファイルとメモリの内容とを比較する。(Verify)
	Y	ファイルネームで指定されたアブソリュートファイルをメモリに読み込む。(Yank)
特殊コマンド	#	プリンタへのリスティングのため，リストモードを切り替える。
	!	モニタへコントロールを移す。

5—2　ブレークポイントの考え方

ブレークポイント（break point）とは，プログラム中に設定するチェックポイントのことであり，ブレークポイントとして指定された箇所でプログラムの実行を停止し，CPUレジスタの内容を，レジスタバッファに待避させる。その状態でプログラマは，レジスタの内容やメモリの内容を調べたり，修正を加えたりすることができ，そのあとで，プログラムのリスタートを行なうこともできるので，プログラムのチェック，およびデバッグが可能である。

シンボリックデバッガで設定できるブレークポイントは，最大9箇所までとなっている。ブレークポイントの設定は，位置（アドレス）を指定するだけでなく，カウントも指定しなくてはならない。カウントというのは，ループするプログラムで，カウントとして指定した回数プログラムの実行がその箇所へ来たとき，はじめてブレーク動作がかかるようにするために指定するものである。ブレークカウンタの最大値はE（14回）である。

ある箇所にブレクポイントを設定すると，その位置（アドレス）にあるオペコードを，ブレークテーブルへ待避させ，そのかわりにＦＦコードで置き換える。１つのブレークポイントについて，次に示すブレクテーブルが作成される。

16進FFコードは，RST 7のオペコードであり，これがブレーク動作を行なうことになる。１バイトのCALL命令であるRST 7命令を実行すると，はじめプログラムカウンタの内容がプッシュされ，新たに0038Hがプログラムカウンタの内容となる。即ち，モニタ内の0038番地へジャンプするが，そこからデバッガへコントロールが移って来る。そしてブレークテーブルを検索し該当するブレークポイントを見つけ出す。(見つからなかった場合は，エラー表示として"RST 7？"が表示される。本システムではRST 7はモニタ内で特殊な実行が行なわれるので通常，使用することはできない。)

ブレークポイントをテーブル内に見つけたら，カウントを調べる。最初，ブレークカウント＝バリアブルカウントであったものを，バリアブルカウントをデクリメントし，それが0になったら，ブレーク動作を行うし，そうでなければ，プログラムを継続させることになる。

5—3　シンボリックデバッガコマンド

——リンキングロードコマンド——

L（relocate Load）コマンド

リンクエリア内にアセンブラ出力のリロケータブルバイナリファイルを入力する。デバッガは，プログラムを実際に走らせることを前提としているので，このコマンドで指定すべきバイアス値は，それを考えたものでなければならないことになる。

＊DL 3000 3000	リロケータブルバイナリファイルをロードせよ ただし，アセンブルバイアスは3000，ローディングアドレスは3000とする

——"＊D"のコマンド待ちに，L（relocate Load）を入力する。("＊D"は"Debugger"を意味している。)

——続けて，アセンブルバイアスとローディングアドレスをそれぞれ16進4桁で入力する。前章のリロケータブルローダで説明されたバイアスの考え方に従って，リンクエリア内に，即時実行可能なアブソリュートプログラムを構成する。アセンブラでREL nnの操作を実行していない通常の場合は，上の例のように，アセンブルバイアスとローディングアドレスは同一であり，それは，リンクエリア内のあるアドレスに決められるはずである。

——次に，システムは"FILENAME?"と表示し，読み込むファイルネームの指定を待つ。

——ファイルネームを指定したら CR を押す。システムはPLAYボタンを押すよう指示する。

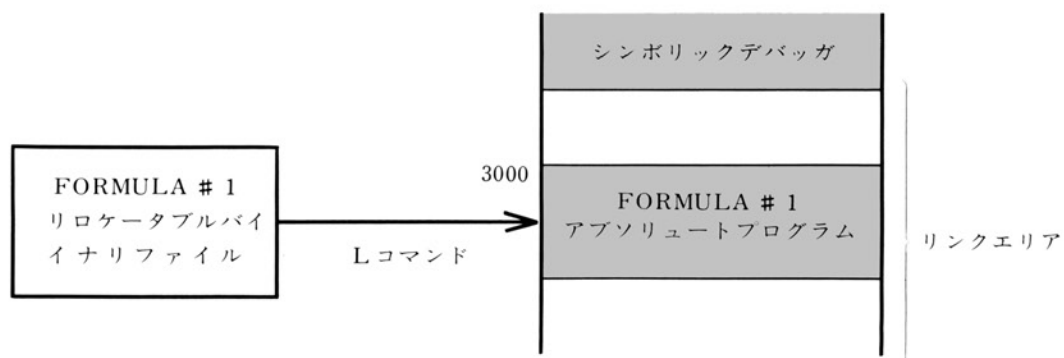
——PLAYボタンを押すと，指定されたファイルを見つけ出し，読み込みを始める。

ファイルネームを指定していないと，最初に見つけ出したファイルを読み込む。

——読み込みが終了すると，"OK"が表示される。

——途中でエラーが生じた場合，"ERROR"を表示する。

——読み込みを中止する時は，SHIFT BREAK を押す。

——右の写真は，リロケータブルバイナリファイル"FORMULA＃1"（RELを用いていない）を，リンクエリア内の3000番地からアブソリュート形式で読み込むもようが示されている。

N（Next file）コマンド

現在のアセンブルバイアスとローディングアドレスの値（コマンドHで示される値）に従って，次に入力するリロケータブルバイナリファイルをリンキングロードする。

＊DN	リロケータブルバイナリファイルを付加してリンキングロードせよ アセンブルバイアスとローディングアドレスは現在の値とする

——"＊D"のコマンド待ちに，N（Next file）コマンドを与える。
——システムは"FILENAME?"と表示し，読み込むファイルネームの指定を待つ。
——ファイルネームを指定したら CR を押す。システムはPLAYボタンを押すよう指示する。
——PLAYボタンを押すと，指定されたファイルを見つけ出し，読み込みを始める。
ファイルネームを指定していないと，最初に見つけ出したファイルを読み込む。
——ローディングの際のアセンブルバイアスとローディングアドレスは，Nコマンドの実行直前の値に従う。この場合，各プログラムユニットでRELコマンドを用いる場合は特に注意が必要であり，通常各ユニットの冒頭に置かれたREL nn′は，すべてのnn′の値が一致していなくてはならない。（前章を参照）
——ローディング作業では，プログラムの付加（Append）および，リンク（Link）が行われる。
——読み込みが終了すると，"OK"が表示される。
——途中でエラーが生じた場合，"ERROR"を表示する。
——読み込みを中止する時は，SHIFT BREAK を押す。

H（Height）コマンド

＊DH	現在のアセンブルバイアス，ローディングアドレスの値を表示せよ （変更は不可）

——"＊D"のコマンド待ちに，H（Height）コマンドを与える。
——システムは，現在のアセンブルバイアスとローディングアドレスの示す値を，それぞれ16進4桁で表示する。
これらのバイアスおよびアドレス値を，変更することはできない。

〔問〕 Lコマンドでアセンブルバイアス3000，ローディングアドレス3000として，リロケータブルバイナリファイル"FORMULA ＃ 1"（バイトサイズ500Hバイト）をロードしたあと，Hコマンドで示されるバイアスおよびアドレス値はいくらであるか。

答…………アセンブルバイアス3500，ローディングアドレス3500である。

〔問〕 今のリロケータブルバイナリファイル"FORMULA ＃ 1"が冒頭にREL 4000H命令を使用しており，Lコマンドでアセンブルバイアス0000，ローディングアドレス4000でローディングした場合はどうか。

答…………アセンブルバイアス0500，ローディングアドレス4500となる。アブソリュートプログラムは4000番地から実行可能なものになり，ローディングの先頭も4000番地になる。

T (Table dump) コマンド

シンボルテーブルに登録されている内容を表示する。ラベルシンボル名とその絶対アドレス，および定義状態が示される。

*DT	シンボルテーブルの内容を表示せよ

——"*D"のコマンド待ちに，**T** (Table dump) コマンドを与える。

——システムは，シンボルテーブルに登録されている内容，すなわち，ラベルシンボル名，その絶対アドレス (16進表現)，および定義状態を表示する。

定義状態を調べることにより，シンボル定義の誤りなどを見つけることができる。

——シンボルテーブルの定義状態に関するメッセージは，リロケータブルローダの場合と同様に次のようになっている。具体的な例は61ページに説明がある。

メッセージ	定　義　状　態
U	未定義シンボル Undefined (Address or Data)
M	シンボル2重定義 Multi-defined (Address or Data)
X	クロス定義 Cross-defined (Address and Data)
H	データ未定義を含むデータ定義済 Half-defined (Data)
D	データ定義シンボル Data (Data)

アドレス定義済のシンボルにはメッセージがつかない。

*(CLEAR bias and table) コマンド

D	アセンブルバイアス，ローディングアドレスを0000とし，シンボルテーブルの内容はクリアせよ

——"*D"のコマンド待ちに，* (CLEAR) コマンドを与える。

——*コマンドが実行されて，アセンブルバイアス，ローディングアドレスはいずれも0000となり，シンボルテーブルの内容はクリアされる。

ただし，"*TBL"でシンボルテーブルに設定された番地はクリアされない。

B (Break point) コマンド

ブレークポイントを設定または変更するコマンドである。ブレーク動作は，ブレークポイントの設定されたアドレスの1つ前までの命令をブレークカウンタに指定した回数だけ実行した時に行なわれ，そこでプログラムの実行が中断され，同時にCPUレジスタの内容がレジスタバッファに待避されて，コマンド待ちへ戻る一連の動作からなる。ブレークポイントとして指定するアドレスは，16進絶対アドレスまたはラベルシンボルを用いた指定ができる。

＊DB	ブレークポイントを設定する
ADDR　COUNT	
1　5030␣2	アドレス5030，ブレークカウント2
2　SORT3␣1	ラベルシンボル"SORT3"のアドレス，ブレークカウント1
3　SORT3+5L␣1	ラベルシンボル"SORT3"の5行先のアドレス，ブレークカウント1
4　MAIN0−A␣2	ラベルシンボル"MAIN0"のAバイト前のアドレス，ブレークカウント2
5　▩	(␣はスペース記号，スペースを入力して2つのデータを区別すること)

——"＊D"のコマンド待ちに，B (Break point) コマンドを与える。

——システムは改行して"ADDR COUNT"と表示する。

さらに改行してブレークポイントナンバを表示し，スペースを1個おいてカーソルを表示してブレークポイントアドレスとブレークカウントの入力待ちとなる。

ブレークポイントアドレスの指定は，16進4桁または，グローバルシンボルを用いたシンボリックな指定が可能である。(上例) いずれの場合も，アドレス指定後，スペースを1個おいて，ブレークカウントを指定する。ブレークカウントは，ブレークポイントの一つ前の命令をその回数実行した時にブレーク動作を行わせるためのものであり，**1からE回までの間で指定できる。**

ブレークカウントを指定すると，改行して，次のブレークポイントナンバを表示して，ブレークポイントの入力待ちとなる。

——ラベルシンボルを用いたアドレス指定を行った時，該当するシンボルが登録されていないか，そのシンボルがデータ定義シンボルである場合"？？？"を表示してコマンド待ちに戻る。

——**DJNZ命令**には，ブレークポイントは設定できない。もし設定しようとした場合は"DJNZ？"の表示がなされ，コマンド待ちに戻る。

——同じく**CALL命令**にもブレークポイントを設定することはできない。プログラムカウンタをスタックする命令にブレークポイントを設定できない。エラー表示は"CALL？"である。

もしCALL命令のチェックをしたい場合には，そのコール先にブレークポイントを設定する方法がある。

——前に設定したブレークポイントを解除したい時は，同じアドレスを入力し，ブレークカウントを0とすればよい。(ブレークポイントを全て解除するには，次項に示す&コマンドがある。)

設定されていないブレークポイントを解除しようとすると，"？？？"を表示しコマンド待ちに戻る。

——**ブレークポイントは，最大9個まで設定できる。**9個まで指定すると改行して，ブレークポイントナンバの所に"X"と表示して，同様なコマンド待ちとなるが，これは，ブレークポイントの解除または，ブレークカウントの変更を行うためのものであり，新しいブレークポイントを設定するためのものではない。"X"の所に新しいブレークポイントを設定しようとすると受け付けられず"OVER"を表示してコマンド待ちに戻る。

——ブレークポイントを設定した後，再びBコマンドを実行すると，設定されたブレークポイントが表示されるが，この時，設定した時のテレビ画面とは異り，16進アドレス，ブレークカウント，設定の時用いたシンボルの順で整理されて表示される。

——カーソル操作ではDELETE(DELキー)機能を行うことができる。CRキーを押すとコマンド待ちに戻る。

&(CLEAR B.P)コマンド

＊D&	設定されたブレークポイントをすべて解除せよ

――"＊D"のコマンド待ちに，& (CLEAR break point) コマンドを与える。

――システムは，設定されているブレークポイントをすべて解除して，次のコマンド待ちとなる。

――右の写真は，ブレークポイントを設定しているもようを示す。16進4桁による絶対アドレス指定，グローバルラベルシンボルを用いたアドレス指定，ラベルシンボルにライン，またはバイト単位のディスプレイスメントを加えた場合などが示されている。

```
*DB
   ADDR COUNT
1 5050 1
2 MAIN0 2
3 MAIN8+3L 1
4 LIST-1C
5 5055 3
6 
```

――右の写真は，"X"番目の項で，ブレークポイント"SORT3"の解除を行ったもようを示している。

```
*DB
   ADDR COUNT
1 5050 1
2 MAIN0 2
3 MAIN8+3L 1
4 LIST-1C 2
5 5055 3
6 SORT3 1
7 SORT3+1L 1
8 SORT3+2L 1
9 5080 3
X SORT3 0

*
```

――右の写真は，ブレークポイントの設定後，Bコマンドでブレークポイントを表示させたものである。各ブレークポイントは，16進絶対アドレス，ブレークカウント，そして設定の際にラベルシンボルを用いた場合には，そのシンボルの順に整理されて表示されている。

```
*DB
   ADDR COUNT
1 5050 1
2 5065 2
3 506F 1      READ0
4 50A2 3      KOELL+3L
5 
```

――右の写真は，ブレークポイントを5000，カウント1として，Gコマンドで5000からプログラムを実行させ，即座にブレーク動作を行わせたもようを示す。ブレーク動作が行われると同時に，Rコマンドが実行されて，レジスタバッファ内に待避されたCPUレジスタの値を見ることができる。

```
*DB
   ADDR COUNT
1 5000 1
2

*DG 5000
 A  F  B  C  D  E  H  L
 01 23 45 67 89 AB CD EF
 A' F' B' C' D' E' H' L'
 01 23 45 67 89 AB CD EF
 PC   SP   IX   IY   I
 5000 11F3 0000 0000 00

*D
```

M（Memory dump）コマンド

指定されたメモリブロック内の機械語データを16進表示する。メモリブロックの指定は16進絶対アドレスまたはラベルシンボルを用いた指定ができる。カーソル操作によってデータの書き換えも可能である。

＊DM　3300␣3350 [CR]	**3300から3350までのメモリブロックの内容を表示せよ**
＊DM　MAIN7␣MAIN9 [CR]	**ラベルシンボル"MAIN7"の示すアドレスからラベルシンボル"MAIN9"の示すアドレスまでのメモリブロックの内容を表示せよ**
＊DM　STEP0-A␣STEP3+BL [CR]	**ラベルシンボル"STEP0"の示すアドレスのAバイト前から，ラベルシンボル"STEP3"のBライン先のアドレスまでのメモリブロックの内容を表示せよ**

——"＊D"のコマンド待ちに，**M**（Memory dump）コマンドを与える。

——システムは，スペースを１個おいてカーソルを表示し，メモリダンプを行うメモリブロックの先頭アドレスとエンドアドレスの入力待ちとなる。
　メモリブロックのアドレス指定は，16進４桁または，グローバルシンボルを用いたシンボリックな指定が可能である。

——メモリブロックのアドレス指定は，**先頭アドレス≦エンドアドレス**でなくてはならない。そうでない場合は"？"の表示がなされる。

——表示できるメモリブロックは，リンクエリアでなければならない。

＊DM　1100　1150
1100
???
} **1100～1150はリンクエリアではない。**

——リンクエリア内のメモリブロックが指定されると，１行８バイトずつテレビ画面へメモリダンプが行われる。

——プリンタ出力モードがenableの場合，プリンタ上へ表示されるメモリダンプリストは，１行16バイトずつ行われる。

——テレビ画面への表示では，メモリブロックのダンプの後にカーソルが現われ，カーソル操作によって，データの書き換えを行うことができる。変更は，書き換えのあと [CR] キーを押すことによって実行される。
　データの書き換えは表示されているデータの上から行う。書式が合わないと"ERROR"表示がなされる。

—— [CR] はカーソルのある行の入力を実行するが，もしデータのない行の先頭にある場合に [CR] キーを押すと，次のコマンド待ちとなる。

——強制的にコマンド待ちに戻すには [SHIFT] [BREAK] キーを押す。

D(memory list Dump)コマンド

指定されたメモリブロック内の機械語データを，命令単位で1行ごとに並べたダンプリストとして16進表示する。メモリブロックの指定は16進絶対アドレスまたはラベルシンボルを用いた指定ができる。カーソル操作によるデータの書き換えはできない。

*DD 3300␣3350 [CR]	3300から3350までのメモリブロックの内容を命令単位で表示せよ
*DD START␣MAIN0 [CR]	ラベルシンボル"START"の示すアドレスから，ラベルシンボル"MAIN0"の示すアドレスまでのメモリブロックの内容を命令単位で表示せよ
*DD 3000␣START+12L [CR]	3000番地から，ラベルシンボル"START"の12行先のアドレスまでのメモリブロックの内容を命令単位で表示せよ

——"*D"のコマンド待ちに，D (memory list Dump) コマンドを与える。

——システムはスペースを1個おいてカーソルを表示し，メモリリストダンプを行うメモリブロックの先頭アドレスとエンドアドレスの入力待ちとなる。
メモリブロックのアドレス指定は，16進4桁または，グローバルシンボルを用いたシンボリックな指定が可能である。メモリブロックのアドレス指定はMコマンドの場合と同様に，先頭アドレス≦エンドアドレスで，かつ，リンクエリア内のメモリブロックでなければならない。

——メモリブロックの指定後 [CR] キーを押すと，システムは，アドレスと命令単位の機械語コードとを並べて順次表示を行う。

例えば，"START"から"MAIN0"までが次のようなソースプログラムによって構成されており，デバッガで3000番地からストアされているとすると，Dコマンドでリストダンプを行うと右の写真のように表示が行われる。

```
START：ENT
       LD    SP, START
       CALL  MSTP
       XOR   A
       LD    (?TABP), A
       LD    B, A
MAINO：ENT
       LD    A, OFH
```

——注意しなくてはならないのは，**Dコマンドで指定するメモリブロックの先頭アドレスは必ずある命令のオペコードを指していなければならない**点である。そうでなくデータを指していたりするとそれをオペコードと読んだ不可解なダンプリストが表示される。メモリブロック内にデータ領域（DEFB, DEFW, などで構成したものなど）がある場合も同様である。

——メモリリストダンプは，[SPACE] キーによって停止，続行を行うことができる。

——メモリの内容の書き換えはできず，メモリブロックの表示のあと次のコマンド待ちとなる。

——コマンドを中断するには [SHIFT] [BREAK] を押す。

W(data Write)コマンド

指定されたメモリアドレスから，16進データを書き込む。メモリアドレスの指定は16進絶対アドレス，またはラベルシンボルを用いた指定ができる。

＊DW 8000 [CR]	8000番地から機械語データを書き込む
＊DW DATA1 [CR]	ラベルシンボル"DATA1"の示すアドレスから機械語データを書き込む

——"＊D"のコマンド待ちに，W (data Write) コマンドを与える。

——システムはスペースを1個おいてカーソルを表示し，データライトを行うメモリエリアの先頭アドレスの入力待ちとなる。
メモリエリアの先頭アドレスの指定は，16進4桁または，グローバルシンボルを用いたシンボリックな指定が可能である。

——書き込みを行うメモリエリアはリンクエリア内でなくてはならない。

```
＊DW 1111
 1111        } 1111番地はリンクエリア内ではない
 ?
```

——アドレスを指定して [CR] キーを押すと改行してアドレスを表示し，先頭アドレスから順次機械語データが16進2桁で入力されるのを待つ。
データは2桁入力される毎に，スペースが自動的に1個置かれる。さらに8バイトデータが書き込まれる度に改行して新しくアドレス表示がなされる。

——タイプミスの修正を行うには，←のカーソル左移動キーを押すことによって1バイト前へ戻り訂正を行う。右の写真はそのもようを示しており，←キーを押すと改行して戻ったアドレスを表示することがわかる。

——Z80の相対ジャンプ命令JR，DJNZ命令などのディスプレイスメントeを指定する場合，ピリオド"．"を入力するとシステムは，16進4桁のジャンプ先(ラベルは不可) の絶対アドレス入力待ちとなる。16進4桁のアドレスを直接指定すると，システムは自動的にディスプレイスメントeを算出して所定のアドレスへ1バイトのコードをストアする。
右の写真の下の部分はこのもようを示している。

```
*DW 5C00
 5C00 3E 16 CD 12 0←
 5C04 ▒
*DW 5C00
 5C00 3E 16 CD 12 00 ←
 5C04 00 ▒

*DW 6000
 6000 10 .5FF0 EE ▒
```

——必要なデータの書き込みが終ったら [CR] キーを押す。システムはコマンド待ちに戻る。

G（Goto）コマンド

実行コマンドであり，プログラムのコントロールを指定されたアドレスへ移す。ブレーク動作が行われたあとのリスタートでも用いる。

*DG 3200 [CR]	3200番地からプログラムを実行せよ
*DG START [CR]	ラベルシンボル"START"の示すアドレスからプログラムを実行せよ
*DG [CR]	ブレークポイントからのリスタートを行え リスタート番地，CPUレジスタの値は，レジスタバッファの示す内容とせよ

――*D"のコマンド待ちに，G（Goto）コマンドを与える。

――システムは，実行アドレスの入力待ちとなる。実行アドレスは，16進4桁または，ENT擬似命令で定義されたグローバルラベルシンボルで指定することができる。
ラベルシンボルを用いたアドレス指定では，ライン単位のロケーション，またはバイト単位のロケーションを用いることができる。

*DG MAIN0	実行アドレスを"MAIN0"とせよ。
*DG MAIN0+3L	実行アドレスを"MAIN0"より3ライン先の番地とせよ。
*DG MAIN0−B	実行アドレスを"MAIN0"よりBバイト前の番地とせよ。

――ブレークポイントからのリスタートを行う時は，Gコマンドを与えたあと，[CR]キーを押す。ブレーク動作を行っていないのにこの操作を行うと，実行はせずコマンド待ちに戻る。
リスタートの時に，各CPUレジスタのとる値は，Rコマンドで示される値である。PC（Program Counter）の値がリスタートの番地となる。PコマンドでPCの値を変更することができるので，リスタートをブレークポイント以外の場所から行うことも可能である。

――プログラムを実行させ，ある箇所からデバッガへ戻るには，次のコマンドを置いておけばよい。

JP 1260H

1260番地は，デバッガのWARM START番地であり，リンクエリアの内容を消去せずに，"*D"のコマンド待ちとなる番地である。(1200番地からのスタートはリンクエリア，シンボルテーブル，バイアスをクリアするCOLD STARTである)

――プログラムの実行を停止するには，デバッガ（或はモニタ）へのジャンプ命令を置くか，ブレークポイントによるしかない。

――Gコマンドの入力を中止する場合は[SHIFT][BREAK]を押す。

I (Indicative start)

レジスタバッファの示す値をCPUレジスタの値としてプログラムの実行を行うコマンドである。実行アドレスは，PCの示す値であり，これらのレジスタに設定される値は，A，C，Pコマンドでカーソル操作を用いて任意に定めることができる。Gコマンドは単に与えられたアドレスからスタートするのみであり，各レジスタのセットは行なっていない。

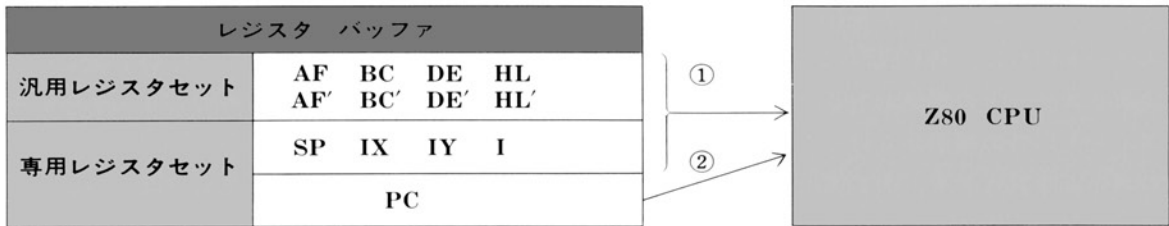
```
*DI
 A    F    B    C    D    E    H    L
 01   23   45   67   89   AB   CD   EF
 A'   F'   B'   C'   D'   E'   H'   L'
 01   23   45   67   89   AB   CD   EF
 PC        SP        IX        IY        I
 33AB      1FEA      5F70      5F50      00
 START     OK?
```

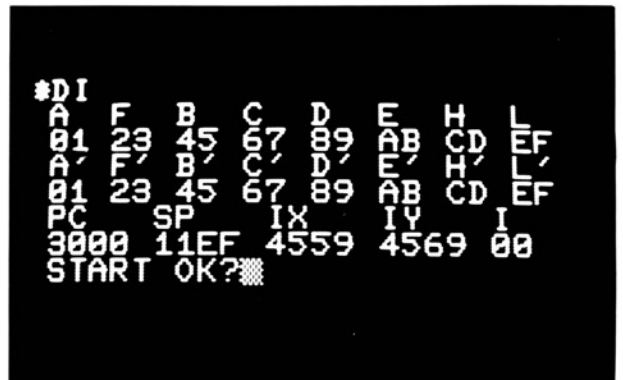
CPUレジスタのとる値を次の値としてPCの示すアドレスからプログラムを実行せよ

——"＊D"のコマンド待ちに，I (Indicative start) コマンドを与える。

——システムは，スタートの条件となるCPUレジスタに設定する各レジスタの値を16進2桁または4桁で表示する。これらはレジスタバッファの内容であり，Rコマンドで見ることのできる値と同一内容である。

——レジスタバッファの内容の表示につづいて，"START OK?"の表示が行われ，この条件でスタートする場合は CR キーを押す。システムは，**PCの示すアドレスから以上の条件でプログラムの実行を行う。**
レジスタの値を変更するか，Iコマンドを中止する場合は SHIFT BREAK を押すとコマンド待ちに戻る。

——下図は，IコマンドによるCPUレジスタ設定のもようを示す。

はじめに汎用レジスタと専用レジスタSP，IX，IY，Iの値がCPUレジスタに設定され①，次にプログラムカウンタPCが設定されて②，プログラムが実行される。

——右の写真は，所定のレジスタ値を設定し，3000番地からプログラムの実行を行うもようを示している。

A（Accumul ator）コマンド

ブレークポイントでブレークがかかった場合，Z80 CPUの内部レジスタの内容はバッファに待避されるが，Aコマンドによって，そのうちの汎用レジスタ中の主レジスタセットの内容を表示させることができる。更にカーソル操作でそのバッファの内容を変更させ，ブレークポイントからのリスタートが可能である。

```
*DA                                      主レジスタAF，BC，DE，HLの内容を
 A  F  B  C  D  E  H  L                  表示せよ
 01 23 45 67 89 AB CD EF
 ▩
```

——"*D"のコマンド待ちに，A（Accumulator）コマンドを与える。
——システムは，アキュムレータA，フラグレジスタF，汎用ペアレジスタ BC，DE，HL のそれぞれの内容を16進2桁で表示する。
ここでレジスタの内容とは，**ブレークポイントがかかった時の各レジスタの内容**であり，ブレークポイントからのリスタート（Gコマンド参照）のために待避されたものである。
——レジスタの内容が表示された次の行にカーソルが現われる。必要があれば，レジスタの内容を変更する。値の変更は，表示されている値の上にカーソルを持って行き同じ位置に新しい値を書き込む。変更したら CR キーを押す。（カーソルは次の行へ移る）
Aコマンドで表示されたレジスタの内容，あるいは変更された値はブレークポイントからのリスタート，Iコマンドによるインディカティブスタートの場合にCPU内部レジスタに復帰する値である。
——カーソルが上の例に示す位置にあるとき，CR キーを押すと，次のコマンド待ちに戻る。

C（Compl ementary）コマンド

ブレーク動作の行われた時のCPU汎用レジスタ群のうちの，補助レジスタセットの内容を表示する。カーソル操作によって内容の変更を行うことができる。

```
*DC                                      補助レジスタAF′，BC′，DE′，HL′，の
 A′ F′ B′ C′ D′ E′ H′ L′                 内容を表示せよ
 01 23 45 67 89 AB CD EF
 ▩
```

——"*D"のコマンド待ちに，C（Complementary）コマンドを与える。
——システムは補助レジスタのアキュムレータA′，フラグレジスタF′，汎用ペアレジスタBC′，DE′，HL′のそれぞれの内容を16進2桁で表示する。
各レジスタの内容，または，カーソル操作で変更された値の持つ意味は，Aコマンドの場合と同様であり，ブレークポイント，ブレークポイントからのリスタート，あるいはIコマンドの場合にのみ有効である。
——カーソルが上の例に示す位置にあるとき，CR キーを押すと，次のコマンド待ちに戻る。

P (Program counter) コマンド

ブレーク動作の行われた時のCPU専用レジスタセットの内容を表示する。カーソル操作によって内容の変更を行うことができる。

```
*DP                                    専用レジスタPC, SP, IX, IY, Iの内容
 PC    SP    IX    IY    I             を表示せよ
 33AB  1FEA  5F70  5F50  00
 ▒
```

——"*D"のコマンド待ちに，P (Program counter) コマンドを与える。

——システムは，専用レジスタPC, SP, IX, IY, Iのそれぞれの内容を16進4桁，または2桁で表示する。

各レジスタの内容，または，カーソル操作で変更された値の持つ意味は，Aコマンド，Cコマンドの場合と同様である。

表示された値，あるいはカーソル操作によって変更された値はブレークポイントからのリスタート，あるいはIコマンドによるインディカティブスタートの場合にレジスタに復帰される値である。ブレークポイントからのリスタートは，必ずしもブレークポイントの置かれたアドレスからでなくてよく，**PCの値を変更することによって，リスタートするアドレスを任意に決めることができる。**

——カーソルが上の例に示す位置にあるとき，[CR]キーを押すと，次のコマンド待ちに戻る。

R (Register)

ブレーク動作の行われた時のCPUレジスタの内容，あるいは，A, C, Pの各コマンドによって変更された値を表示する。即ち，レジスタバッファの内容が表示されるが変更することはできない。

```
*DR                                    CPUレジスタの内容を表示せよ
A   F   B   C   D   E   H   L
01  23  45  67  89  AB  CD  EF
A'  F'  B'  C'  D'  E'  H'  L'
01  23  45  67  89  AB  CD  EF
PC    SP    IX    IY    I
33AB  1FEA  5F70  5F50  00
```

——"*D"のコマンド待ちに，R (Register) コマンドを与える。

——システムは，CPUレジスタセットの全ての内容を16進2桁，または4桁で表示する。カーソルは現れず，値を変更することはできない。

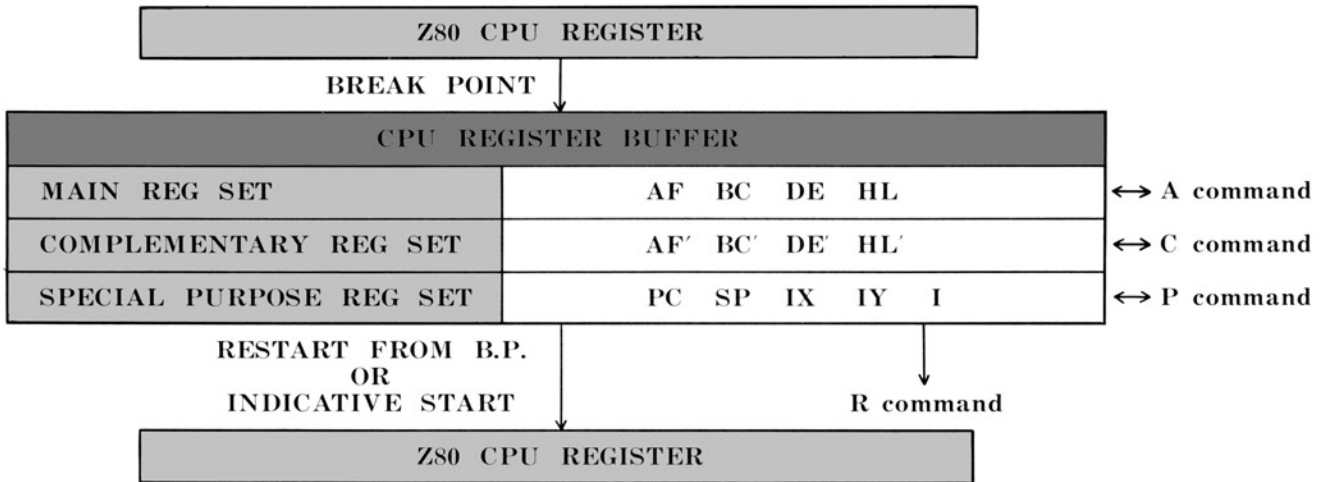
ブレーク動作の行われた時点と，Iコマンドによるインディカティブスタートの時点では，このRコマンドと同様のレジスタバッファダンプが自動的に行われる。

——全レジスタの内容の表示後，次のコマンド待ちに戻る。

レジスタコマンド(A,C,P,R)の利用形態

レジスタコマンド（A，C，P，R）によって表示される値は，デバッガ内のレジスタバッファの内容である。デバッガ内のレジスタバッファの内容は，ブレーク動作の行われた時に待避されたCPUレジスタの内容か，または，A，C，Pコマンドのカーソル操作によって変更された値である。

ブレークポイントからのリスタートあるいは，インディカティブスタートは，レジスタバッファの内容をCPUレジスタに復帰することによって行われる。

レジスタコマンドの利用形態と，テレビ画面表示例を次に示す。

Aコマンド

Pコマンド

Cコマンド

Rコマンド

X(data TRANSfer)コマンド

指定されたメモリブロックを，別のメモリエリアへ転送する。

```
*DX
  FROM? 3FF0  TO? 4027  TOP? 5FF0
```

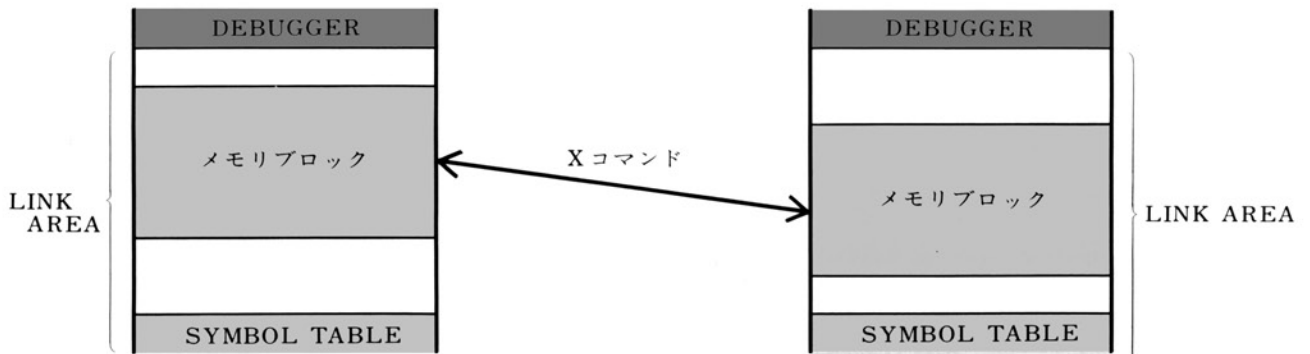
3FF0から4027までのメモリブロックの内容を5FF0を先頭番地とするメモリエリアへブロック転送せよ

——"*D"のコマンド待ちに，**X** (data TRANSfer) コマンドを与える。

——システムは"FROM?"の表示後，転送するメモリブロック先頭アドレスの16進4桁入力待ちとなる。次に"TO?"の表示後，転送するメモリブロックのエンドアドレスの，16進4桁入力待ちとなる。さらに，"TOP?"の表示後，メモリブロックを転送するメモリエリアの先頭アドレスの16進4桁入力待ちとなる。(シンボリックアドレス指定はできない)

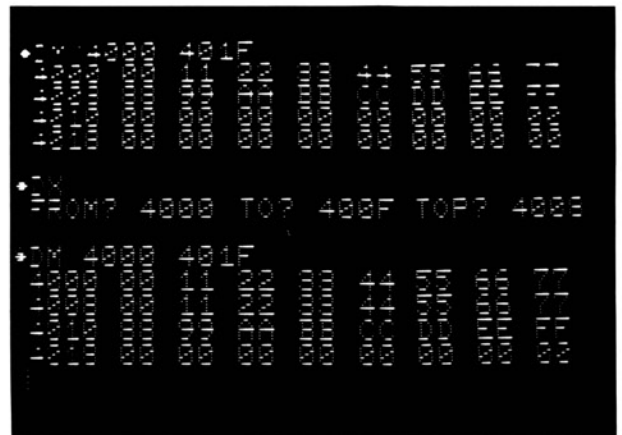
——それぞれのアドレスが指定されると，ブロック転送を行い，コマンド待ちに戻る。

——転送するメモリブロック，転送先のメモリエリアは，LINK AREA内でなくてはならない。

——転送するメモリブロックと転送先のメモリエリアが下図に示すように重なる関係になっても，転送されるブロックの内容は壊されずに転送される。(右から左，または左から右の転送いずれの場合も可)

——右の写真は，4000から400Fまでのメモリブロックを4008を先頭とするメモリエリアに転送したもようを示す。
前後のMコマンドによって表示されたメモリ内容を比較せよ。

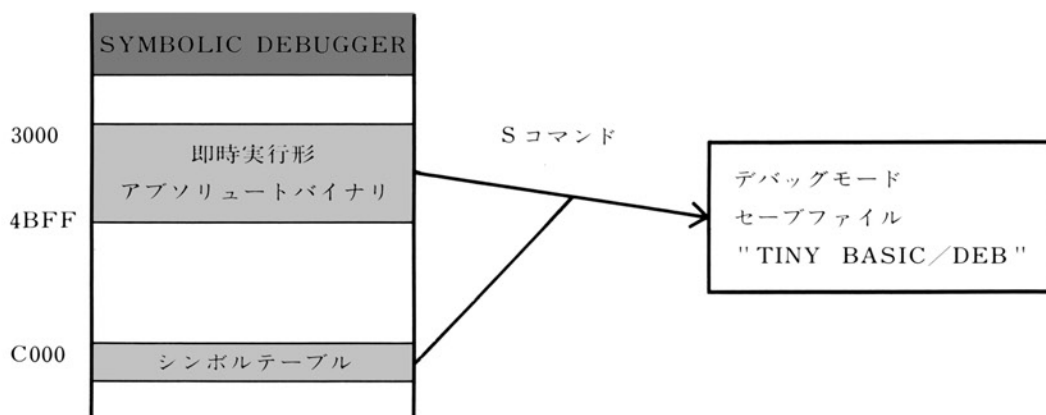
```
*DM 4000 401F
4000 00 11 22 33 44 55 66 77
4008 88 99 AA BB CC DD EE FF
4010 00 00 00 00 00 00 00 00
4018 00 00 00 00 00 00 00 00

*DX
FROM? 4000 TO? 400F TOP? 4008

*DM 4000 401F
4000 00 11 22 33 44 55 66 77
4008 00 11 22 33 44 55 66 77
4010 88 99 AA BB CC DD EE FF
4018 00 00 00 00 00 00 00 00
```

S(Save)コマンド

SYMBOLIC DEBUGGERのリンクエリア内に構成されている，即時実行形のアブソリュートバイナリプログラムに指定されたブロックおよびシンボルテーブルを，ファイルネームを付けた出力ファイルに出力する。従ってこのファイルをYコマンドでロードすると，リンクエリアの内容およびシンボルテーブルが再構成されることになる。

*DS FILENAME?TINY BASIC／DEB [CR] FROM? 3000 TO? 4BFF	リンクエリア内の3000から4BFFに構成されている，即時実行形のアブソリュートバイナリブロックとシンボルテーブルとをファイルネーム"TINY BASIC／DEB"を付けてそのまま出力ファイルに出力せよ

――"*D"のコマンド待ちに，S（Save）コマンドを与える。
――システムは改行して"**FILENAME?**"と表示し，出力ファイル名の指定を待つ。
――ファイルネームを指定したら [CR] を押す。
――改行して"**FROM?**"を表示し，出力すべきリンクエリア内の即時実行形のアブソリュートバイナリブロックの先頭アドレスが，16進4桁で指定されるのを待つ。
次に"**TO?**"を表示し，同じくエンドアドレスの16進4桁指定を待つ。
――出力するメモリブロックが指定されると，RECORDボタンとPLAYボタンを押すように指示される。
――RECORDおよびPLAYボタンを押すと，指定されたメモリブロックおよび，シンボルテーブルの内容を，出力ファイルに出力する。
――下図はSコマンドによって，3000から4BFFまでのアブソリュートバイナリブロックを，filename"TINY BASIC／DEB"を付けた出力ファイルに出力するもようを示す。

〔問〕 TEXT EDITORのWコマンド，ASSEMBLERのPASS 4，RELOCATABLE LOADERのSコマンド，そしてSYMBOLIC DEBUGGERのSコマンドによって出力されるそれぞれのファイルの形式，何によってローディングされるか，役割，相違などについて説明せよ。

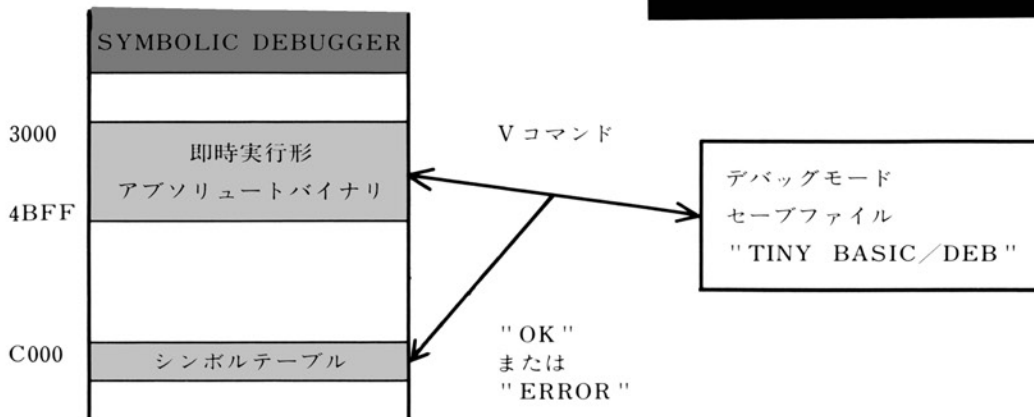
V(Verify)コマンド

ファイルネームで指定されるデバッグモードセーブファイルとリンクエリアの内容とを比較する。

＊DV　デバッグモードセーブファイルと，リンクエリアの内容とを比較せよ

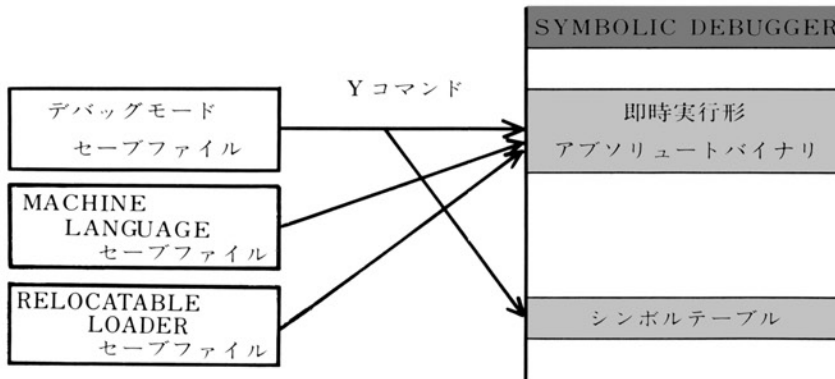
——"＊D"のコマンド待ちに，**V** (Verify) コマンドを与える。
——システムは"**FILENAME?**"と表示し，比較すべき，デバッグモードセーブファイルの指定を待つ。
——ファイルネームを指定したら CR を押す。システムは，PLAYボタンを押すよう指示する。
——PLAYボタンを押すと，指定されたファイルを見つけ出し，比較を始める。
ファイルネームを指定していないと，最初に見つけ出したセーブファイルの比較を行う。
——比較されるファイルと，リンクエリアの内容が同一であれば，"OK"と表示され，相違があれば"ERROR"の表示がなされる。

——右の写真は，Sコマンドによって，デバッグモードセーブファイル"TINY BASIC／DEB"をセーブした後に，Vコマンドを実行して，リンクエリアの内容との比較を行ったもようを示している。"OK"表示によって，リンクエリアの内容が相違なくセーブファイルにコピーされたことを示す。

```
*DS
FILENAME?TINY BASIC/DEB
FROM? 3000 TO? 4BFF
↓ RECORD.PLAY
WRITING TINY BASIC/DEB
OK
*DV
FILENAME?TINY BASIC/DEB
↓ PLAY
VERIFYING TINY BASIC/DEB
OK
```

Y(Yank)コマンド

ファイルネームで指定されるデバッグモードセーブファイルを読み込み，リンクエリア内にアブソリュートバイナリプログラムを構成する。

＊DY	リンクエリア内をクリアして，デバッグモードセーブファイルを入力せよ ローディング条件は，ファイルの出力条件と同一とせよ

――"＊D"のコマンド待ちに，**Y**（Yank）コマンドを与える。
――システムは"**FILENAME?**"と表示し，読み込むファイルネームの指定を待つ。
――ファイルネームを指定したら CR を押す。システムは，PLAYボタンを押すよう指示する。
――PLAYボタンを押すと，指定されたファイルを見つけ出し，読み込みを始める。
ファイルネームを指定していないと，最初に見つけ出したデバッグモードセーブファイルの読み込みを行う。
――ファイル内のアブソリュートバイナリは，Sコマンドで出力した時に指定した先頭アドレスからエンドアドレスまでのブロックにそのままストアされる。
ファイル内のシンボルテーブルの内容は，Sコマンドを行なった時の状態がそのまま再現される。但しシンボルテーブルは"＊TBL"によって設定されたエリアの先頭からに置きかわる。
このときMACHINE LANGUAGE，RELOCATABLE LOADERによって出力されたファイルはシンボルテーブルを持たないので，アブソリュートバイナリファイルだけが読み込まれる。
――読み込みが終了すると"OK"が表示される。
――途中でエラーが生じた場合，"ERROR"を表示する。
――読み込みを中止する時は，SHIFT BREAK を押す。

――SYMBOLIC DEBUGGERに用意されている，S，V，Yコマンドは，このように，デバッグ操作中のアブソリュートバイナリプログラムを，ファイル化する便宜を図ったものである。デバッグ操作を中断したあと，このファイルを使って，シンボル情報と共に前の状態を再現することができる。
システムプログラムでは，プログラムの変更，修正は原則として，ソースプログラムの編集に戻ることによって行われる。

──特殊コマンド──

#コマンド

＊D #	プリンタへのリスティングのためのリストモードを切り替えよ。

──"＊D"のコマンド待ちに，# (sharp mark)コマンドを与える。
──プリンタへのリスティングのため，リストモードが切り替わる。
SYMBOLIC DEBUGGERの起動時は，プリンタリストモードはdisableであり，#コマンドを1回与えるごとに，モードは，enable，disableと切り替わる。
プリンタリストモードがenableである時，出力表示は，テレビ画面とプリンタの両方に行われる。

!コマンド

＊D !	モニタへコントロールを移せ

──"＊D"のコマンド待ちに，! (exclamation mark) を入力する。
──システムのコントロールは，モニタへ移る。

──モニタから，SYMBOLIC DEBUGGERへ戻るには，次の2通りの方法がある。

＊GOTO $1200 [CR]　　**リンクエリアの内容をクリアして，スタックを初期状態に戻す。(COLD START)**

＊GOTO $1260 [CR]　　**リンクエリアの内容はクリアせず，コマンド待ちへ移る。(WARM START)**

5―4　セーブファイルとBASICテキストとのリンク方法

リロケータブルローダ，またはシンボリックデバッガで出力したセーブファイルをBASICとリンクする方法を述べる。但し，リンクするBASICのバージョンはSP-5010以降のものに限られる。

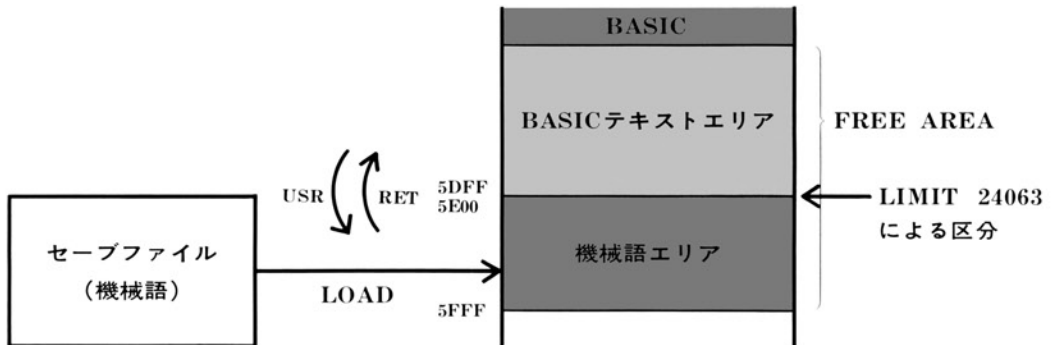
――リロケータブルローダ，またはシンボリックデバッガで出力するセーブファイルは即時実行可能な機械語プログラムであるが，BASICで，機械語とリンクを行うには，BASICテキスト領域と，機械語をロードするメモリ領域とを区別する必要があり，それは**LIMIT**コマンドによってBASICテキストエリアの下限を指定することによって行う。

――LIMITで区切るアドレス（BASICでは10進表現をとる）は，BASICテキスト，そこで使用する変数のためのバッファエリアを考え，更に，機械語サブルーチンのバイトサイズを考えて指定しなくてはならない。BASICの使用エリアと機械語が重なるようなローディングを行うと" OVERLAY　ERROR "となる。

――機械語セーブファイルのローディング条件は，データアドレスとして指定されたアドレスに従うので，この値が，BASICのLIMITで区分された機械語エリア内に位置するようにあらかじめアセンブル作業を行っておく必要がある。

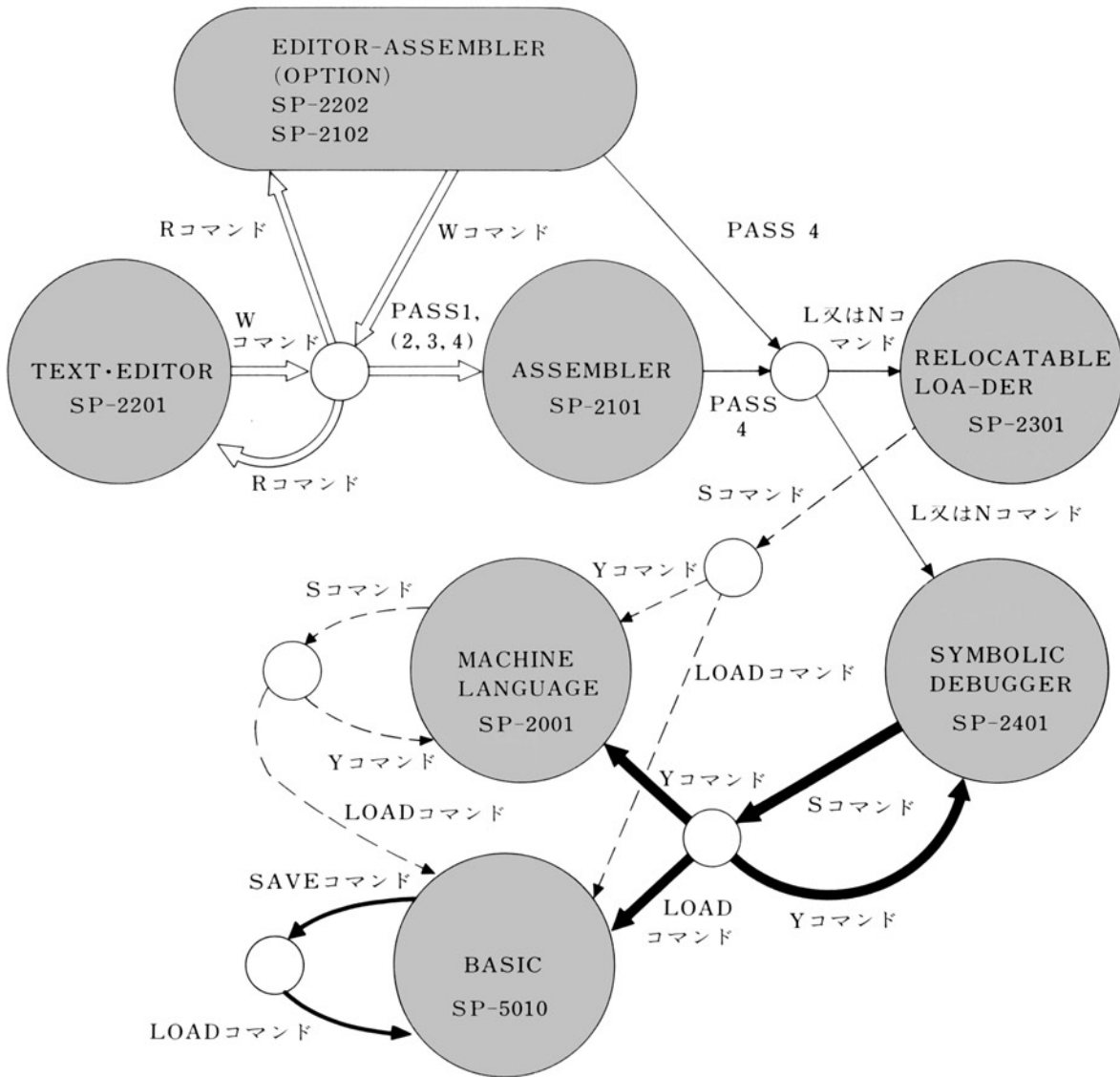
――LIMITで区別されたエリアに機械語プログラムがロードされたら，BASICの**USR**コマンドを用いて機械語プログラムへコントロールを移すことによってリンクが行える。

USRコマンドは，10進数でアドレスを示すコール命令である。たとえば，"USR (24064)"というのはアセンブリ語で書くとCALL　5E00H である。

――下図は，5FFFまでのフリーエリア（RAM20Kバイトの場合に当る）を，" LIMIT 24063 " によって5E00番地でBASICエリアと機械語エリアの２つに分けたもようを示す。

――右の写真は，BASICプログラムで，セーブファイルをローディングし，USRコマンドでBASICテキストからコントロールを移す例を示している。

```
  10 LIMIT 24063
  20 LOAD
  30 USR(24064)
RUN
↓ PLAY
FOUND GAUSS S-R
LOADING GAUSS S-R
```

5―5　各システムプログラム間のファイルの考え方

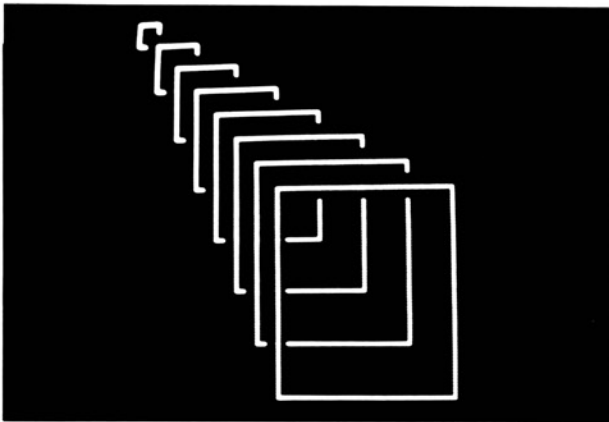
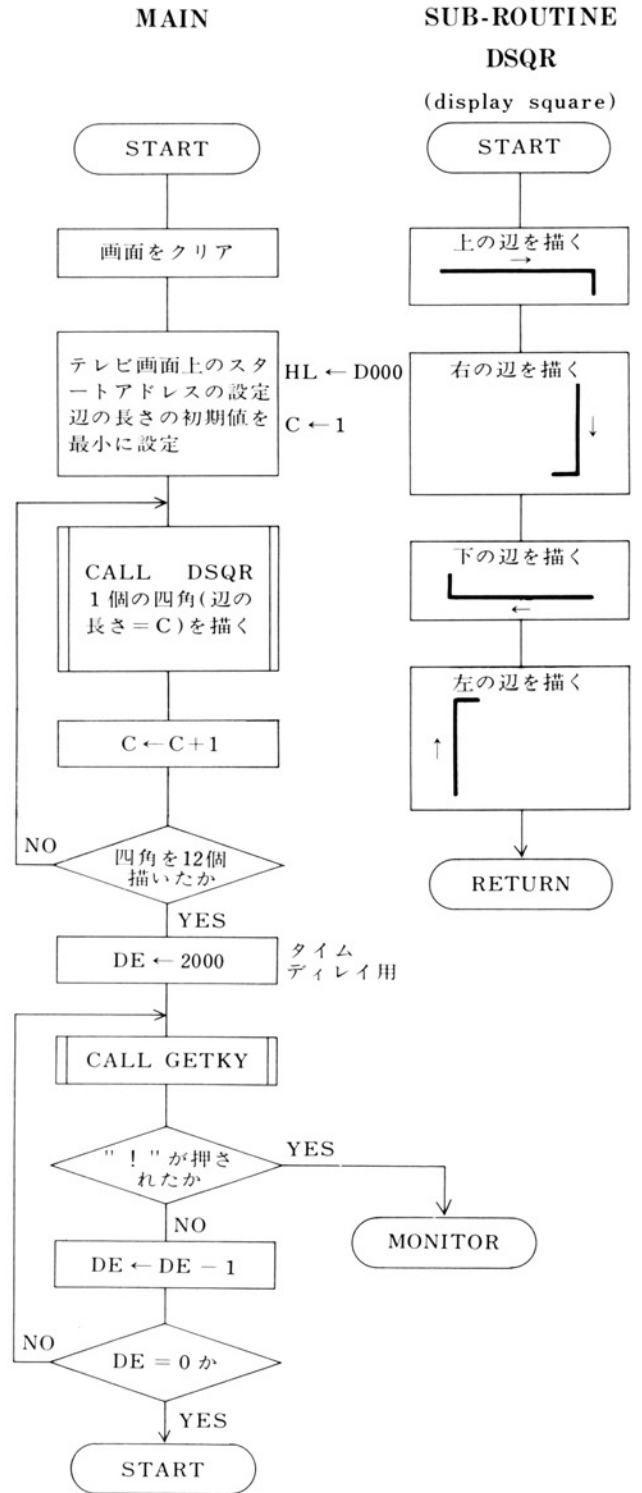
各システムプログラムは必ず１つのファイルを形成して，他のシステムプログラムで利用される。その大きい流れを概念図としてまとめたものが下図である。

――記号の説明――

- ASCii 列によるソースファイル
- リロケータブルバイナリファイル
- セーブファイル（機械語プログラム又は目的ファイル）
- デバッグモードセーブファイル（シンボルテーブル付のセーブファイル）
- BASIC テキストプログラム
- ファイル媒体（例，外部カセット装置やフロッピーディスクファイルなど）

第 6 章
アセンブラプログラミング
例題集

〔注意〕

例題中に示されるプログラム例は，プログラムの構成を示したものである。その中で参照するモニタサブルーチンなどについては，シンボル名を使い，具体的なアドレスを定義していない。従って，プログラムを実際に走らせるためには，リンクする他のプログラムユニット中でその定数を定義するか，あるいは同一のプログラム中に追加して定義する必要がある。未定義シンボル参照の命令には，メッセージ欄に" E "表示がなされる。

1　接近するに従ってだんだん大きくなる四角形を描いてみる。初めにテレビ画面の左上に小さな四角を描き，それが，近づいて来るようにしたい。それには初めに描いた四角の辺の長さを大きくして行きながら，位置をずらして重ねて描いて行けばよい。

画面の左上からはじめて，四角がだんだん大きくなって近づいて来るように見える。

```
      **  Z80 ASSEMBLER SP-2101 PAGE 01  **

01 0000                     ;
02 0000                     ;  APPROACHING SQUARE
03 0000                     ;
04 0000                             REL     2000H
05 2000                     ;
06 2000  P                  CHR1:   EQU     78H
07 2000  P                  CHR2:   EQU     5DH
08 2000  P                  CHR3:   EQU     79H
09 2000  P                  CHR4:   EQU     1DH
10 2000  P                  CHR5:   EQU     1CH
11 2000  P                  CHR6:   EQU     5CH
12 2000  P                  STADR:  EQU     D000H
13 2000                     ;
14 2000 3E16                3DG0:   LD      A,16H
15 2002 CD0000     E                CALL    PRNT
16 2005 112800                      LD      DE,0028H
17 2008 2100D0                      LD      HL,STADR
18 200B 0E01                        LD      C,1
19 200D 41                  3DG1:   LD      B,C
20 200E CD3120                      CALL    DSQR
21 2011 CD5A20                      CALL    TMDLY
22 2014 23                          INC     HL
23 2015 19                          ADD     HL,DE
24 2016 0C                          INC     C
25 2017 79                          LD      A,C
26 2018 FE0D                        CP      13
27 201A 20F1                        JR      NZ,3DG1
28 201C 110020                      LD      DE,2000H
29 201F 1B                  3DG2:   DEC     DE
30 2020 CD0000     E                CALL    GETKY
31 2023 FE21                        CP      21H
32 2025 CA0000     E                JP      Z,MNTR
33 2028 7A                          LD      A,D
34 2029 B3                          OR      E
35 202A 20F3                        JR      NZ,3DG2
36 202C 18D2                        JR      3DG0
37 202E                     ;
38 202E                     ;  SUB ROUTINE
39 202E                     ;
40 202E 3E78                DSQR0:  LD      A,CHR1
41 2030 77                          LD      (HL),A
42 2031 23                  DSQR:   INC     HL
43 2032 10FA                        DJNZ    DSQR0
44 2034 3E5D                        LD      A,CHR2
45 2036 41                          LD      B,C
46 2037 1802                        JR      +4
47 2039 3E79                DSQR1:  LD      A,CHR3
48 203B 77                          LD      (HL),A
49 203C 19                          ADD     HL,DE
50 203D 10FA                        DJNZ    DSQR1
51 203F 3E1D                        LD      A,CHR4
52 2041 41                          LD      B,C
53 2042 1802                        JR      +4
54 2044 3E78                DSQR2:  LD      A,CHR1
55 2046 77                          LD      (HL),A
56 2047 2B                          DEC     HL
57 2048 10FA                        DJNZ    DSQR2
58 204A 3E1C                        LD      A,CHR5
59 204C 41                          LD      B,C
60 204D 1802                        JR      +4
```

- 四角を描くためのディスプレイコードを定義する。
- ビデオRAMの先頭アドレス。
- テレビ画面をクリアする。
- 初期値の設定，C←1は最初の四角の辺の長さを決める。
- Cの値に従った四角を1個描き，タイムディレイをおいて，次の位置を決める（HL)。
- 辺の長さを決めるCをインクリメントする。13になったらこのループを抜け出す。
- タイムディレイをとりながらGET KEYを見る。"！"キーが押されたらモニタへ移る。その他の場合は，初めに戻る。
- 四角の上辺を描く。
- 四角の右辺を描く。
- 四角の下辺を描く。

シンボル	キャラクタ
CHR 1	
CHR 2	
CHR 3	
CHR 4	
CHR 5	
CHR 6	

```
   ** Z80 ASSEMBLER SP-2101 PAGE 02 **
01 204F 3E79     DSQR3:  LD    A,CHR3
02 2051 77               LD    (HL),A
03 2052 ED52             SBC   HL,DE
04 2054 10F9             DJNZ  DSQR3
05 2056 3E5C             LD    A,CHR6
06 2058 77               LD    (HL),A
07 2059 C9               RET
08 205A          ;
09 205A F5       TMDLY:  PUSH  AF
10 205B D5               PUSH  DE
11 205C 110020           LD    DE,2000H
12 205F 1B               DEC   DE
13 2060 7A               LD    A,D
14 2061 B3               OR    E
15 2062 20FB             JR    NZ, -3
16 2064 D1               POP   DE
17 2065 F1               POP   AF
18 2066 C9               RET
19 2067                  END
```

（01〜07行）四角の左辺を描いてRETURNする。

（09〜17行）DEペアレジスタの2000H回のタイムディレイ。

このプログラムでは，モニタサブルーチン"PRNT"，"GETKY"およびモニタ先頭アドレス"MNTR"が参照されているので，他のリンクするプログラムユニット，またはこのプログラムユニットに追加して定義する必要がある。リスト上のメッセージ欄の"E"表示が外部シンボル参照を意味している。(P.15参照)

```
PRNT:   EQU 0012H
GETKY:  EQU 001BH
MNTR:   EQU 0000H
```

また四角の辺を描くときに画面がチラつかないようにするために，このリストの第1ページの第41行，第48行，第55行，第2ページの第2行の"LD (HL),A"コマンドの前に、

CALL ?BLNK

を置いて，垂直ブランキング期間を待つ方法がある。(P.132参照)

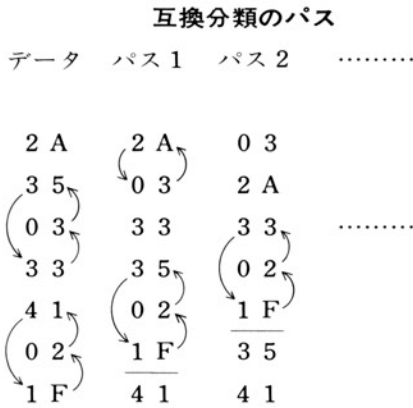
2　メモリのあるブロックの内容をデータと見なして，それを小さい順に分類（SORTING）する。たとえばモニタの先頭から100（Hex）バイトの内容をソーティングすることを考える。

モニタの内容を，RAMエリアの3000番地へブロック転送し，そこで逐次比較による互換分類作業を行う。互換分類法は，隣り合ったデータの大小を比較交換して行く方法であり，ソーティングで最も簡単な方法である。データブロックの先頭から終りまで，順番に互換分類を行って行くと，先ずブロック内の最大のデータが，最後に移ることになる。この1回の互換分類作業を，パス1と呼ぶことにすると，n個のデータの分類は，最大パスnで完了することになる。今の場合，100（Hex）回のパスを行うことになる。

データの分類は，検索（RETRIEVAL）とともにデータベースの扱いに重要な役割をもつものである。その方法には，幾つかの種類があり，データの形式，大きさ等に従って作業効率が異る。

モニタ0000番地から100（Hex）バイトのデータをRAMエリア（先頭3000番地）へブロック転送し，分類されたデータをテレビ画面に表示させるプログラムは，次のように構成できる。

互換分類のパス

データ	パス1	パス2	………
2 A	2 A	0 3	
3 5	0 3	2 A	
0 3	3 3	3 3	………
3 3	3 5	0 2	
4 1	0 2	1 F	
0 2	1 F	3 5	
1 F	4 1	4 1	

互換分類のパスで，データがどのように並びかえられるかを上に示す。パスnによって一番大きいデータから順に，少くともn個のデータの位置が決まることがわかる。

このプログラム中で参照するモニタサブルーチンは，

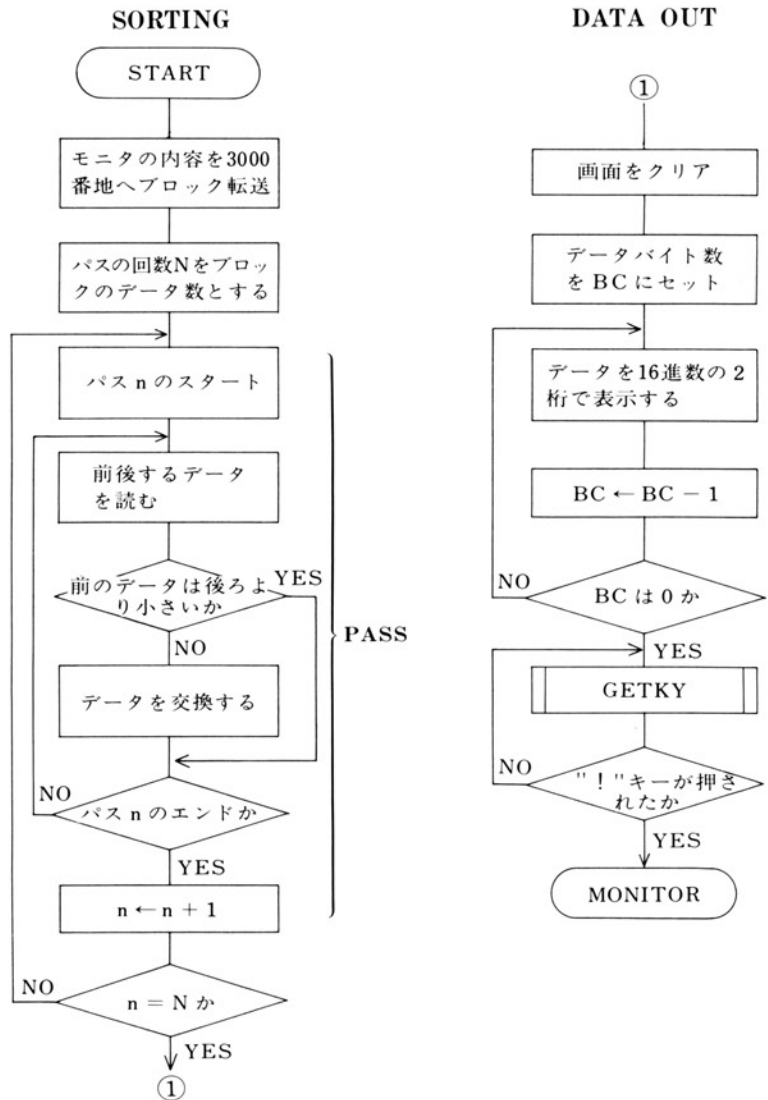
PRNT
PRNTS
LETNL
GETKY

である。

SORTING

START
モニタの内容を3000番地へブロック転送
パスの回数Nをブロックのデータ数とする
パスnのスタート
前後するデータを読む
前のデータは後ろより小さいか　YES / NO
データを交換する
パスnのエンドか　NO / YES
n ← n＋1
n＝Nか　NO / YES
PASS
①

DATA OUT

①
画面をクリア
データバイト数をBCにセット
データを16進数の2桁で表示する
BC ← BC－1
BCは0か　NO / YES
GETKY
"！"キーが押されたか　NO / YES
MONITOR

```
        **  Z80 ASSEMBLER SP-2101 PAGE 01  **
01 0000                      ;
02 0000                      ;  SORTING
03 0000                      ;
04 0000 210000          SORT0:  LD      HL,RDADR
05 0003 110030                  LD      DE,STADR
06 0006 010F00                  LD      BC,BSIZE
07 0009 EDB0                    LDIR
08 000B 010F00                  LD      BC,BSIZE
09 000E 0B                      DEC     BC
10 000F DD210030        SORT1:  LD      IX,STADR
11 0013 50                      LD      D,B
12 0014 59                      LD      E,C
13 0015 DD7E00                  LD      A,(IX+0)
14 0018 DDBE01                  CP      (IX+1)
15 001B 3809                    JR      C,SORT2
16 001D DD6601                  LD      H,(IX+1)
17 0020 DD7701                  LD      (IX+1),A
18 0023 DD7400                  LD      (IX+0),H
19 0026 DD23            SORT2:  INC     IX
20 0028 1B                      DEC     DE
21 0029 7A                      LD      A,D
22 002A B3                      OR      E
23 002B 20E8                    JR      NZ,SORT1+6
24 002D 0B                      DEC     BC
25 002E 78                      LD      A,B
26 002F B1                      OR      C
27 0030 20DD                    JR      NZ,SORT1
28 0032                      ;
29 0032                      ;  HEXA DATA OUT
30 0032                      ;
31 0032 3E16            HOUT0:  LD      A,16H
32 0034 CD0000    E             CALL    PRNT
33 0037 210030                  LD      HL,STADR
34 003A 010F00                  LD      BC,BSIZE
35 003D CD0000    E     HOUT1:  CALL    PRNTS
36 0040 1602                    LD      D,2
37 0042 AF              HOUT2:  XOR     A
38 0043 ED6F                    RLD
39 0045 C630                    ADD     A,30H
40 0047 FE3A                    CP      3AH
41 0049 3802                    JR      C,DSPLY
42 004B C607                    ADD     A,07H
43 004D CD0000    E     DSPLY:  CALL    PRNT
44 0050 15                      DEC     D
45 0051 20EF                    JR      NZ,HOUT2
46 0053 CD0000    E             CALL    LETNL
47 0056 23                      INC     HL
48 0057 0B                      DEC     BC
49 0058 78                      LD      A,B
50 0059 B1                      OR      C
51 005A 20E1                    JR      NZ,HOUT1
52 005C CD0000    E     KEYIN:  CALL    GETKY
53 005F FE21                    CP      21H
54 0061 20F9                    JR      NZ,KEYIN
55 0063 C30000    E             JP      MNTR
56 0066                      ;
57 0066                      ;  DATA
58 0066                      ;
59 0066 P               RDADR:  EQU     0000H
60 0066 P               STADR:  EQU     3000H
61 0066 P               BSIZE:  EQU     000FH
```

（04〜07）モニタのデータを RAM エリアにブロック転送する。

（08〜09）パスの回数を BC レジスタにセットする。

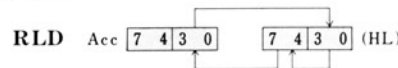
（10〜12）SORTING を行うためにインデックスレジスタ IX を用いる。

（13〜18）後ろのデータが前のデータより小さければ交換する。

（19〜27）パスを所要回数繰り返すための判別を行う。

（31〜32）画面をクリアする。16Hは"🅒"のアスキーコード。

（37〜38）ロケーション HL の内容の上位 4 ビットを Acc に読み込む。

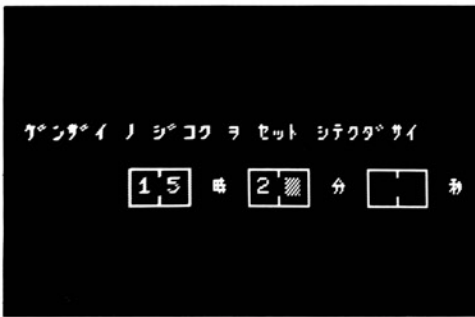
RLD　Acc [7 4|3 0]　[7 4|3 0] (HL)

（39〜50）16進データをアスキーコードに変換して"PRNT"を CALL する。
SORTING されたデータを全て表示して行く。

（52〜55）表示を終えたら"！"のキー入力待ち。
(GOTO MONITOR)

バイトサイズを変更してみよ。
データを大きい順に並べるにはどこを変更すればよいか。

3 24時間ディジタル時計を作成する。時刻の計数は内蔵時計を読むことによって行う。内蔵時計を読むには，モニタサブルーチン "TIMRD (time read)" を用いる。また時計の起動は "TIMST (time start)" を用いればよい。

ここでは内蔵時計は1秒の経過を検出するためだけに使う。時刻の計数は，ビデオRAM中に数値（ディスプレイコード）を置きそれを毎秒カウントアップして行く方法をとってみる。そうすると，テレビ画面への表示を同時に行うことができる。また毎秒 "ピッ" と音を鳴らす（あるいは止める）ためのBELLモードも作る。

時刻の設定

スタートするとカーソルを点滅して現在の時刻を聞いて来る。"時" "分" "秒" それぞれを2桁で入力する。間違った時は "&" キーを押してやり直すことができる。（"！" キーを押すとモニタへ戻る。）

この時計では，数字以外の文字は入力できないが，時間として不適当な数（25時70分など）のチェックは行っていないので注意。

時計がスタートしたら，1秒ごとに "ピッ" という音がして，時刻が表示される。"$" キーを押すことによって音を出すモードを切り替えられる。

このプログラム中で参照するモニタサブルーチンは，

TIMST
TIMRD
GETKY
BELL
LETNL
MSG

である。

MAIN

START → メッセージと時計を表示 → INTIME → TIMST → ①

① → GETKY → "！"が押されたか —YES→ MONITOR
NO → "$"が押されたか —NO→ TIMRD
YES → BELLモードの切替 → TIMRD
TIMRD → 1秒経過したか —NO→ GETKY
YES → BELLモードはenableか —NO→ "秒"をインクリメント
YES → BELL → "秒"をインクリメント
→ "分"への桁上げがあるか —NO→ ①
YES → ②

② → "分"をインクリメント → "時"への桁上げがあるか —NO→ ①
YES → "時"をインクリメント → 24時になったか —NO→ ①
YES → "時"を00時とする → ①

SUB-ROUTINE

START "INTIME"
→ カーソルを点滅 GETKY → "！"が押されたか —YES→ MONITOR
NO → "&"が押されたか —YES→ MAIN START
NO → 時刻の入力 → 6桁入力されたか —NO→ カーソルを点滅 GETKY
YES → RETURN

** Z80 ASSEMBLER SP-2101 PAGE 01 **

```
01 0000                     ;
02 0000                     ;  DIGITAL CLOCK
03 0000                     ;
04 0000     P               DTH1:    EQU    D1C1H
05 0000     P               DTH0:    EQU    D1C3H
06 0000     P               DTM1:    EQU    D1C9H
07 0000     P               DTM0:    EQU    D1CBH
08 0000     P               DTS1:    EQU    D1D1H
09 0000     P               DTS0:    EQU    D1D3H
10 0000                     MNTR:    EQU    0000H
11 0000                              REL    2000H
12 2000                     ;
13 2000 310020              START:   LD     SP, START
14 2003 CDEC20                       CALL   MESG0
15 2006 CD9220                       CALL   INTIME
16 2009 CD0521                       CALL   MESG1
17 200C AF                           XOR    A
18 200D 47                           LD     B, A
19 200E 110000                       LD     DE, 0000H
20 2011 CD0000    E                  CALL   TIMST
21 2014 CD0000    E         CLK0:    CALL   TIMRD
22 2017 4B                           LD     C, E
23 2018 CD0000    E                  CALL   GETKY
24 201B FE21                         CP     21H
25 201D CA0000                       JP     Z, MNTR
26 2020 FE24                         CP     24H
27 2022 2804                         JR     Z, +6
28 2024 0600                         LD     B, 0H
29 2026 180C                         JR     CLK1
30 2028 A0                           AND    B
31 2029 2009                         JR     NZ, +11
32 202B 3AC121                       LD     A, (PIPPI)
33 202E 2F                           CPL
34 202F 32C121                       LD     (PIPPI), A
35 2032 06FF                         LD     B, FFH
36 2034 CD0000    E         CLK1:    CALL   TIMRD
37 2037 7B                           LD     A, E
38 2038 B9                           CP     C
39 2039 28DD                         JR     Z, CLK0+4
40 203B 3AC121                       LD     A, (PIPPI)
41 203E B7                           OR     A
42 203F 2003                         JR     NZ, +5
43 2041 CD0000    E                  CALL   BELL
44 2044 21D3D1                       LD     HL, DTS0
45 2047 7E                           LD     A, (HL)
46 2048 3C                           INC    A
47 2049 FE2A                         CP     2AH
48 204B 2803                         JR     Z, CLK2
49 204D 77                  JRCLK0:  LD     (HL), A
50 204E 18C4                         JR     CLK0
51 2050 CD1321              CLK2:    CALL   SETZR
52 2053 7E                           LD     A, (HL)
53 2054 3C                           INC    A
54 2055 FE26                         CP     26H
55 2057 20F4                         JR     NZ, JRCLK0
56 2059 3E20                         LD     A, 20H
57 205B 77                           LD     (HL), A
58 205C 21CBD1                       LD     HL, DTM0
59 205F 7E                           LD     A, (HL)
60 2060 3C                           INC    A
61 2061 FE2A                         CP     2AH
62 2063 20E8                         JR     NZ, JRCLK0
```

時，分，秒のそれぞれの桁を表示させる。V-RAMのアドレスを定義する。

メッセージと，時計の枠を表示して，時刻の入力を待つ。

内蔵時計の起動
B<--00としているのはBELLモード切り替えがenableの状態としている。

時計の値を読みEの値をCに入れておく。

キーを取り込む。
"！"(21H) キーが押されているとモニタへジャンプする。"＄"(24H) キーが押されているとBELLモード切り替えへ移る。

BELLモード切り替えをenableとする。

BELLモードが切り替った状態(B<--FF)では続けて，モード切り替えを行わない(disable)。

BELLのモードを切り替える。
(PIPPI) を00→FF，またはFF→00とする。

BELLモードが切り替った状態をBレジスタに設定。

時計の値が変化したかどうか（1秒たったかどうか）調べる。

(PIPPI) が00ならば BELL を鳴らす。

"秒"の1の位の値を読み込み（ディスプレイコード）インクリメントする。
桁上げがあれば値を0にして，10の位をインクリメントする。
桁上げがなければ時計の読み込み (CLR0) へ戻る。

"秒"がインクリメントされて60秒になったら，"分"に桁上げする。

"分"の1の位で桁上げがあるか調べる。

** Z80 ASSEMBLER SP-2101 PAGE 02 **

```
01 2065  CD1321             CALL   SETZR
02 2068  7E                 LD     A,(HL)
03 2069  3C                 INC    A
04 206A  FE26               CP     26H
05 206C  20DF               JR     NZ,JRCLK0
06 206E  3E20               LD     A,20H
07 2070  77                 LD     (HL),A
08 2071  21C3D1             LD     HL,DTH0
09 2074  7E                 LD     A,(HL)
10 2075  3C                 INC    A
11 2076  FE24               CP     24H
12 2078  200E               JR     NZ,CLK3
13 207A  2B                 DEC    HL
14 207B  2B                 DEC    HL
15 207C  7E                 LD     A,(HL)
16 207D  23                 INC    HL
17 207E  23                 INC    HL
18 207F  FE22               CP     22H
19 2081  2005               JR     NZ,CLK3
20 2083  CD1321             CALL   SETZR
21 2086  18C5               JR     JRCLK0
22 2088  FE2A      CLK3:    CP     2AH
23 208A  20C1               JR     NZ,JRCLK0
24 208C  CD1321             CALL   SETZR
25 208F  34                 INC    (HL)
26 2090  18BC               JR     JRCLK0+1
27 2092            ;
28 2092            ; SUB-ROUTINE
29 2092            ;
30 2092  21C1D1    INTIME:  LD     HL,DTH1
31 2095  CDA120             CALL   INPUT
32 2098  21C9D1             LD     HL,DTM1
33 209B  CDA120             CALL   INPUT
34 209E  21D1D1             LD     HL,DTS1
35 20A1            ;
36 20A1  1E02      INPUT:   LD     E,02H
37 20A3  CDC120             CALL   KEYIN
38 20A6  FE21               CP     21H
39 20A8  CA0000             JP     Z,MNTR
40 20AB  FE26               CP     26H
41 20AD  CA0020             JP     Z,START
42 20B0  FE30               CP     30H
43 20B2  38EF               JR     C,INPUT+2
44 20B4  FE3A               CP     3AH
45 20B6  30EB               JR     NC,INPUT+2
46 20B8  E62F               AND    2FH
47 20BA  77                 LD     (HL),A
48 20BB  23                 INC    HL
49 20BC  23                 INC    HL
50 20BD  1D                 DEC    E
51 20BE  20E3               JR     NZ,INPUT+2
52 20C0  C9                 RET
53 20C1            ;
54 20C1  36EF      KEYIN:   LD     (HL),EFH
55 20C3  CDCE20             CALL   1KEY
56 20C6  C0                 RET    NZ
57 20C7  77                 LD     (HL),A
58 20C8  CDCE20             CALL   1KEY
59 20CB  C0                 RET    NZ
60 20CC  18F3               JR     KEYIN
```

(01–03) 桁上げがあれば10の位をインクリメントする。

(04–10) "分"がインクリメントされて60分になったら"時"に桁上げする。

(11–26) "時"がインクリメントされて24時になったら00時に戻す。

(30–34) "時""分""秒"の順に現在時刻の入力を待つ。

(36) それぞれ10の位，1の位の2桁ずつ入力するためにEに2を入れる。

(37–45) "！"(21H) キーが入力されるとモニタへ，"&"(26H) キーが入力されるとスタートへ戻る。
0から9以外の文字は入力されない。
(キー入力はアスキーコードによる)

(46–47) アスキーコードをディスプレイコードに変換してV-RAMの，時計表示の桁へセットする。

(54–60) カーソル（EFコード）を点滅しながら1文字のキー入力を待つ。

```
   **  Z80 ASSEMBLER SP-2101 PAGE 03  **
01 20CE                  ;
02 20CE 0680             1KEY:    LD      B,80H
03 20D0 CD0000    E               CALL    GETKY
04 20D3 4F                        LD      C,A
05 20D4 AF                        XOR     A
06 20D5 3D                        DEC     A
07 20D6 20FD                      JR      NZ,-1
08 20D8 CD0000    E               CALL    GETKY
09 20DB B9                        CP      C
10 20DC 20F2                      JR      NZ,1KEY+2
11 20DE B7                        OR      A
12 20DF 2808                      JR      Z,+10
13 20E1 CD0000    E               CALL    GETKY
14 20E4 B7                        OR      A
15 20E5 20FA                      JR      NZ,-4
16 20E7 B1                        OR      C
17 20E8 C9                        RET
18 20E9 10E5                      DJNZ    1KEY+2
19 20EB C9                        RET
20 20EC                  ;
21 20EC 111921           MESG0:   LD      DE,DATA1
22 20EF CD0C21                    CALL    NLMSG
23 20F2 113F21                    LD      DE,DATA2
24 20F5 CD0C21                    CALL    NLMSG
25 20F8 115D21                    LD      DE,DATA3
26 20FB CD0C21                    CALL    NLMSG
27 20FE 117D21                    LD      DE,DATA4
28 2101 CD0C21                    CALL    NLMSG
29 2104 C9                        RET
30 2105                  ;
31 2105 119B21           MESG1:   LD      DE,DATA5
32 2108 CD0C21                    CALL    NLMSG
33 210B C9                        RET
34 210C                  ;
35 210C CD0000    E      NLMSG:   CALL    LETNL
36 210F CD0000    E               CALL    MSG
37 2112 C9                        RET
38 2113                  ;
39 2113 3E20             SETZR:   LD      A,20H
40 2115 77                        LD      (HL),A
41 2116 2B                        DEC     HL
42 2117 2B                        DEC     HL
43 2118 C9                        RET
44 2119                  ;
45 2119                  ;  DATA
46 2119                  ;
47 2119 1611             DATA1:   DEFW    1116H
48 211B 1111                      DEFW    1111H
49 211D 1111                      DEFW    1111H
50 211F 1111                      DEFW    1111H
51 2121 1111                      DEFW    1111H
52 2123 99BEBD9B                  DEFM    'ゲンザイ ノ ジコク ヲ セット シテクダサイ'
53 2127 BE9220A9
54 212B 209CBE9A
55 212F 98208620
56 2133 9E8FA420
57 2137 9CA398A0
58 213B BE9B92
59 213E 0D                        DEFB    0DH
```

- 02: キー入力がされない時80回ループして戻るためめの値。
- 03–04: AccにJ取り込まれた値をCにセット。
- 05–07: チャッタリング防止のためのタイムディレイ。
- 08–10: もう一度 GETKY を行い，チャッタリングを防止する。
- 11–12: Accが00かどうか調べる。
- 13–17: Accが00でないなら，キーが離されるのを待って，OR C を行いキー入力された値をAccに戻し，Zフラグをリセットして RETURNする。
- 21–29: メッセージおよび，時計の枠のデータを表示するサブルーチン。
- 31–33: DATA 5 のメッセージ 'タダイマノジコクハ' を表示するサブルーチン。
- 35–37: 改行し，メッセージアウトするためのサブルーチン。
- 39–43: ディスプレイコード29がインクリメントされて2Aになった時，桁上げをするためにコードを20に戻して，10の桁へポインタを移すためのサブルーチン。
- 47–51: クリアホームしてカーソルを9回下げるためのカーソルコントロール用アスキーコード。

```
**  Z80 ASSEMBLER SP-2101 PAGE 04  **
01 213F                   ;
02 213F 20202020          DATA2:   DEFM   '       ┌─┬─┐    ┌─┬─┐    ┌─┬─┐'
03 2143 20202020
04 2147 D0E0D2E0
05 214B CE202020
06 214F D0E0D2E0
07 2153 CE202020
08 2157 D0E0D2E0
09 215B CE
10 215C 0D                         DEFB   0DH
11 215D                   ;
12 215D 20202020          DATA3:   DEFM   '       │   │時│   │分│   │秒'
13 2161 20202020
14 2165 FD202020
15 2169 FD207920
16 216D FD202020
17 2171 FD207A20
18 2175 FD202020
19 2179 FD207B
20 217C 0D                         DEFB   0DH
21 217D                   ;
22 217D 20202020          DATA4:   DEFM   '       └─┴─┘    └─┴─┘    └─┴─┘'
23 2181 20202020
24 2185 CDE0D1E0
25 2189 DD202020
26 218D CDE0D1E0
27 2191 DD202020
28 2195 CDE0D1E0
29 2199 DD
30 219A 0D                         DEFB   0DH
31 219B                   ;
32 219B 1511               DATA5:   DEFW   1115H      ┐ ホームをして，カーソルを9回下げるための
33 219D 1111                        DEFW   1111H      │ カーソルコントロール用アスキーコード。
34 219F 1111                        DEFW   1111H      │
35 21A1 1111                        DEFW   1111H      │
36 21A3 1111                        DEFW   1111H      ┘
37 21A5 A0A0BE92                    DEFM   'タダイマ ノ ジコク ハ?          '
38 21A9 AF20A920
39 21AD 9CBE9A98
40 21B1 20AA3F20
41 21B5 20202020
42 21B9 20202020
43 21BD 202020
44 21C0 0D                         DEFB   0DH
45 21C1                   ;
46 21C1 00                PIPPI:   DEFB   00H    ─┐ 音を毎秒ピッピッと鳴らすかどうかのモード
47 21C2                            END            を入れておくためのバッファ。
```

〔応用〕　この時計に，タイマー機能を付け加えよ。また"25時63分80秒"などと入力されたら"02時04分20秒"と変換するようにしてみよ。

〔応用〕　BASICのTI$は，モニタ サブルーチン"TIMRD"によってDEレジスタに読み出された秒単位の時間を，時，分，移の6桁に変換したストリングである。

"PRINT TI$"とキー入力すると，BASICと同じ6桁の時刻表示が得られるプログラムを考えよ。

4　8桁の16進数の乗算を行うプログラムを作成する。乗算を実行するには、データのシフトコマンドが活躍する。たとえば，２進数，00010100（14H）の00000100（04H）倍とは，00010100を左へ２回シフトしたデータ01010000（50H）が答である。これは，１バイトの（１桁の）16進数の乗算の場合である。

8桁の16進数については，８バイトのメモリエリアを用いて，そこでシフト，ローテート命令を用いて一連の８桁のデータのシフトを実行させる。たとえば，4000から4007番地に８桁のデータがある場合，全体を１ビット右へシフトするには，SRLコマンドとRRコマンドを用いて

で実行される。この作業は，ａ×ｂの演算で，ｂの値（バイナリ）をビット単位で読む時に使う。即ち上で，最後のRRコマンドを実行したときのCY（つまり一番右の CY ）が１であれば，ａの値を必要回数左へシフトして行きａ×ｂの答は，そうしてシフトされたａの値の総和となる。

演算に使用するメモリエリアを次のようにとる。

8桁の16進数ａ，ｂを，それぞれ3000，4000番地からの８バイトにセットしておき，演算結果ｃ（ｃ＝ａ×ｂ）を5000番地からの16バイトにセットするようにする。

それぞれのデータ番地を次のシンボルに定義する。

ａの先頭番地→MLTPR（3000H）
ｂの先頭番地→MLTCD（4000H）
ｃの最終番地→RSLT（500FH）

テレビ画面への表示は，８桁のａ，ｂ，乗算記号，横線，それに答のｃが16進表示される。

```
         a a a a a a a a
×        b b b b b b b b
─────────────────────────
 c c c c c c c c c c c c c c c c
```

プログラムのフローチャートを右図に示す。

** Z80 ASSEMBLER SP-2101 PAGE 01 **

```
01 0000                   ;
02 0000                   ;  UNSIGNED 8 BYTES BINARY MULTIPLY
03 0000                   ;
04 0000 P                 LOOP:     EQU   40H
05 0000 P                 MLTPR:    EQU   3000H
06 0000 P                 MLTCD:    EQU   4000H
07 0000 P                 RSLT:     EQU   500FH
08 0000 P                 DADR1:    EQU   D17BH
09 0000 P                 DADR2:    EQU   D1C6H
10 0000 P                 DADR3:    EQU   D20AH
11 0000 P                 DADR4:    EQU   D25BH
12 0000 P                 MNTR:     EQU   0000H
13 0000                             REL   2000H
14 2000                   ;
15 2000 11C020            START:    LD    DE,MSSG
16 2003 CD0000     E                CALL  MSG
17 2006 CD6020                      CALL  DISP0
18 2009 CDA820                      CALL  CLR
19 200C 0E40                        LD    C,LOOP
20 200E FD210040          MULT0:    LD    IY,MLTCD
21 2012 0607                        LD    B,07H
22 2014 FDCB003E                    SRL   (IY+0)
23 2018 FD23                        INC   IY
24 201A FDCB001E                    RR    (IY+0)
25 201E 10F8                        DJNZ  -6
26 2020 3014                        JR    NC,MULT2
27 2022 AF                          XOR   A
28 2023 DD210030                    LD    IX,MLTPR
29 2027 210F50                      LD    HL,RSLT
30 202A 0610                        LD    B,10H
31 202C DD7E07            MULT1:    LD    A,(IX+7)
32 202F 8E                          ADC   A,(HL)
33 2030 77                          LD    (HL),A
34 2031 DD2B                        DEC   IX
35 2033 2B                          DEC   HL
36 2034 10F6                        DJNZ  MULT1
37 2036 DD210030          MULT2:    LD    IX,MLTPR
38 203A 060F                        LD    B,0FH
39 203C DDCB0726                    SLA   (IX+7)
40 2040 DD2B                        DEC   IX
41 2042 DDCB0716                    RL    (IX+7)
42 2046 10FB                        DJNZ  -6
43 2048 0D                          DEC   C
44 2049 20C3                        JR    NZ,MULT0
45 204B 210050                      LD    HL,5000H
46 204E 115BD2                      LD    DE,DADR4
47 2051 0610                        LD    B,10H
48 2053 CD8820                      CALL  DISP1+2
49 2056 CD0000     E 1KEYG:         CALL  GETKY
50 2059 FE21                        CP    21H
51 205B CA0000                      JP    Z,MNTR
52 205E 18F6                        JR    1KEYG
53 2060                   ;
54 2060                   ;  SUB-ROUTINE
55 2060                   ;
56 2060 210030            DISP0:    LD    HL,MLTPR
57 2063 117BD1                      LD    DE,DADR1
58 2066 CD8620                      CALL  DISP1
59 2069 210040                      LD    HL,MLTCD
60 206C 11C6D1                      LD    DE,DADR2
```

- 04: ループカウンタ
- 05–07: 計算データおよび結果の入るメモリの先頭番地。
- 08–11: ディスプレイを行う画面位置の設定。
- 15–16: タイトルを表示する。
- 17: 計算式を表示する。
- 18–19: メモリのクリアとループカウンタの設定→Cレジ
- 20–36: 乗算式a×b＝cのbに相当するデータ（4000番地からの8バイト）を右へシフトする。キャリフラグ CFをチェックして，CF＝1であればaとcとを加算する。a，b，cはそれぞれIX，IY，HLの各ペアレジスタでデータのアドレスを指定している。
- 37–42: aの値を左へシフトする。
- 43–44: ループカウンタに指定した回数繰り返す。
- 45–48: 計算結果を表示する。
- 49–52: GET KEYを行い"！"が入力されたらモニタへ戻る。
- 56–60: 計算式を表示するサブルーチン。

** Z80 ASSEMBLER SP-2101 PAGE 02 **

```
01 206F 3E6D              LD     A,6DH
02 2071 12                LD     (DE),A
03 2072 13                INC    DE
04 2073 13                INC    DE
05 2074 13                INC    DE
06 2075 13                INC    DE
07 2076 13                INC    DE
08 2077 CD8620            CALL   DISP1
09 207A 110AD2            LD     DE,DADR3
10 207D 3E78              LD     A,78H
11 207F 0622              LD     B,22H
12 2081 12                LD     (DE),A
13 2082 13                INC    DE
14 2083 10FC              DJNZ   -2
15 2085 C9                RET
16 2086           ;
17 2086           ;
18 2086 0608      DISP1:  LD     B,08H
19 2088 7E                LD     A,(HL)
20 2089 23                INC    HL
21 208A 4F                LD     C,A
22 208B CD9520            CALL   DISP2
23 208E 79                LD     A,C
24 208F CD9920            CALL   DISP3
25 2092 10F4              DJNZ   DISP1+2
26 2094 C9                RET
27 2095           ;
28 2095           ;
29 2095 1F        DISP2:  RRA
30 2096 1F                RRA
31 2097 1F                RRA
32 2098 1F                RRA
33 2099 E60F      DISP3:  AND    0FH
34 209B FE0A              CP     0AH
35 209D 3004              JR     NC,+6
36 209F C620              ADD    A,20H
37 20A1 1802              JR     +4
38 20A3 D609              SUB    09H
39 20A5 12                LD     (DE),A
40 20A6 13                INC    DE
41 20A7 C9                RET
42 20A8           ;
43 20A8           ;
44 20A8 DD210030  CLR:    LD     IX,MLTPR
45 20AC 0608              LD     B,08H
46 20AE AF                XOR    A
47 20AF DD77FF            LD     (IX-1),A
48 20B2 DD2B              DEC    IX
49 20B4 10F9              DJNZ   -5
50 20B6 210F50            LD     HL,RSLT
51 20B9 0610              LD     B,10H
52 20BB 77                LD     (HL),A
53 20BC 2B                DEC    HL
54 20BD 10FC              DJNZ   -2
55 20BF C9                RET
56 20C0           ;
57 20C0           ;  MESSAGE DATA
58 20C0           ;
59 20C0 16        MSSG:   DEFB   16H
60 20C1 1111              DEFW   1111H
```

(01–02) ディスプレイコード4DHのキャラクタは⊠

(10–15) ディスプレイコード78Hのキャラクタは⊟

(18–41) HLレジで指定される1バイトデータをディスプレイコードに変換して，DEレジで示すV-RAMに書き込んでいる。

(36–37) この2行の処理を変えればアスキーコードにも変換できる。

(44–55) 2FF8～2FFF番地
5000～500F番地
をクリアする。

(59–60) タイトル表示位置までのカーソル移動コード。

** Z80 ASSEMBLER SP-2101 PAGE 03 **

```
01 20C3 1313          DEFW   1313H
02 20C5 554E          DEFW   4E55H
03 20C7 5349          DEFW   4953H
04 20C9 474E          DEFW   4E47H
05 20CB 4544          DEFW   4445H
06 20CD 2038          DEFW   3820H
07 20CF 2042          DEFW   4220H
08 20D1 5954          DEFW   5459H
09 20D3 4553          DEFW   5345H
10 20D5 2042          DEFW   4220H
11 20D7 494E          DEFW   4E49H
12 20D9 4152          DEFW   5241H
13 20DB 5920          DEFW   2059H
14 20DD 4D55          DEFW   554DH
15 20DF 4C54          DEFW   544CH
16 20E1 4950          DEFW   5049H
17 20E3 4C59          DEFW   594CH
18 20E5 0D            DEFB   0D
19 20E6               END
```

メッセージデータ。
メッセージは，

'UNSIGNED 8 BYTES BINARY MULTIPLY'

である。
DEFMを用いて一挙に書くことも可能。

メッセージのエンドマーク。

このプログラムではモニタサブルーチン"**MSG**"，"**GETKY**"がコールされている。

〔応用〕　シンボリックデバッガの，W（memory Write）コマンドを用いて，乗算データ（3000からの８バイトと4000からの８バイト）をいろいろ変更して，乗算を行ってみよ。

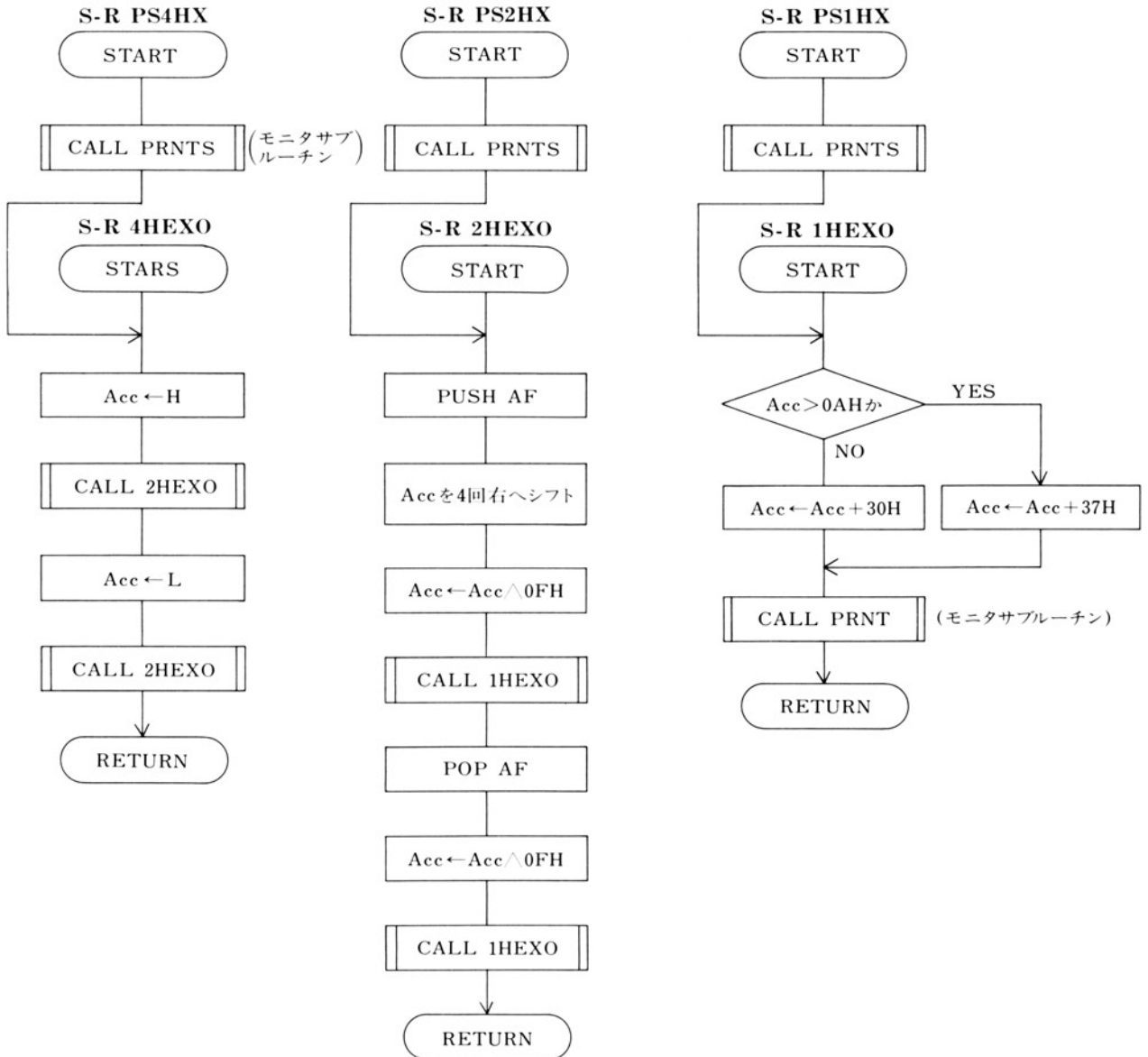
〔応用〕　モニタサブルーチン"GETL"を使って，カーソル操作で乗算式を書くようにせよ。もちろん，乗算は式に与えられた数値について行う。

〔応用〕　10進数の乗算を行うようにするには，どこを変えればよいか考えよ。また10進４則演算がすべて行えるような拡張を考えよ。

5　2進データを16進表示するサブルーチンを作成する。データは，HLレジスタの内容の16進4桁表示，アキュムレータの内容の16進2桁表示，アキュムレータの下位4ビットの16進1桁表示の3通できるようにする。また表示の前に，スペースを1個表示することもできるようにする。

サブルーチンコールを次の6通りとする。

CALL 4HEXO	(4hexa data out)	HLの内容を表示
CALL PS4HX	(print space, 4hexa data out)	スペースおよびHLの内容を表示
CALL 2HEXO	(2hexa data out)	Accの内容を表示
CALL PS2HX	(print space, 2hexa data out)	スペースおよびAccの内容を表示
CALL 1HEXO	(1hexa data out)	Acc下位4ビットの内容を表示
CALL PS1HX	(print space, 1hexa data out)	スペースおよびAcc下位4ビットの内容を表示

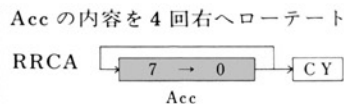
これらのサブルーチンは互いに関連があり，"4HEXO"は"2HEXO"を2回CALLし、"2HEXO"は，"1HEXO"を2回CALLして次のように構成することができる。

HEXA DATA OUT SUB-ROUTINE

```
  **  Z80 ASSEMBLER SP-2101 PAGE 01  **
01 0000                 ;
02 0000                 ; 4 HEXA DATA OUT (DESTROYED:A)
03 0000                 ;   CALL 4HEXO
04 0000                 ;   CALL PS4HX (PRINT SPACE)
05 0000                 ;
06 0000                 PS4HX:  ENT
07 0000 F5                      PUSH   AF
08 0001 CD0000   E              CALL   PRNTS
09 0004 F1                      POP    AF
10 0005                 4HEXO:  ENT
11 0005 7C                      LD     A, H
12 0006 CD1300                  CALL   2HEXO
13 0009 7D                      LD     A, L
14 000A CD1300                  CALL   2HEXO
15 000D C9                      RET
16 000E                         SKP    2

19 000E                 ;
20 000E                 ; 2 HEXA DATA OUT (DESTROYED:A)
21 000E                 ;   CALL 2HEXO
22 000E                 ;   CALL PS2HX
23 000E                 ;
24 000E                 PS2HX:  ENT
25 000E F5                      PUSH   AF
26 000F CD0000   E              CALL   PRNTS
27 0012 F1                      POP    AF
28 0013                 2HEXO:  ENT
29 0013 F5                      PUSH   AF
30 0014 0F                      RRCA
31 0015 0F                      RRCA
32 0016 0F                      RRCA
33 0017 0F                      RRCA
34 0018 E60F                    AND    0FH
35 001A CD2900                  CALL   1HEXO
36 001D F1                      POP    AF
37 001E E60F                    AND    0FH
38 0020 CD2900                  CALL   1HEXO
39 0023 C9                      RET
40 0024                         SKP    2

43 0024                 ;
44 0024                 ; 1 HEXA DATA OUT (DESTROYED:A)
45 0024                 ;   CALL 1HEXO
46 0024                 ;   CALL PS1HX
47 0024                 ;
48 0024                 PS1HX:  ENT
49 0024 F5                      PUSH   AF
50 0025 CD0000   E              CALL   PRNTS
51 0028 F1                      POP    AF
52 0029                 1HEXO:  ENT
53 0029 FE0A                    CP     0AH
54 002B 3006                    JR     NC, HXT1
55 002D C630                    ADD    A, 30H
56 002F CD0000   E      HXT0:   CALL   PRNT
57 0032 C9                      RET
58 0033 C637             HXT1:   ADD    A, 37H
59 0035 18F8                    JR     HXT0
60 0037                         END
```

（行11〜14）H, LをそれぞれAccに入れて2HEXOをCALLしている。

（行30〜33）Accの内容を4回右へローテート

（行34〜38）Accの下位の4ビットについて2回CALL 1HEXOをしている。

（行55〜56）0から9までは30を加えて数字のアスキーコードを作る

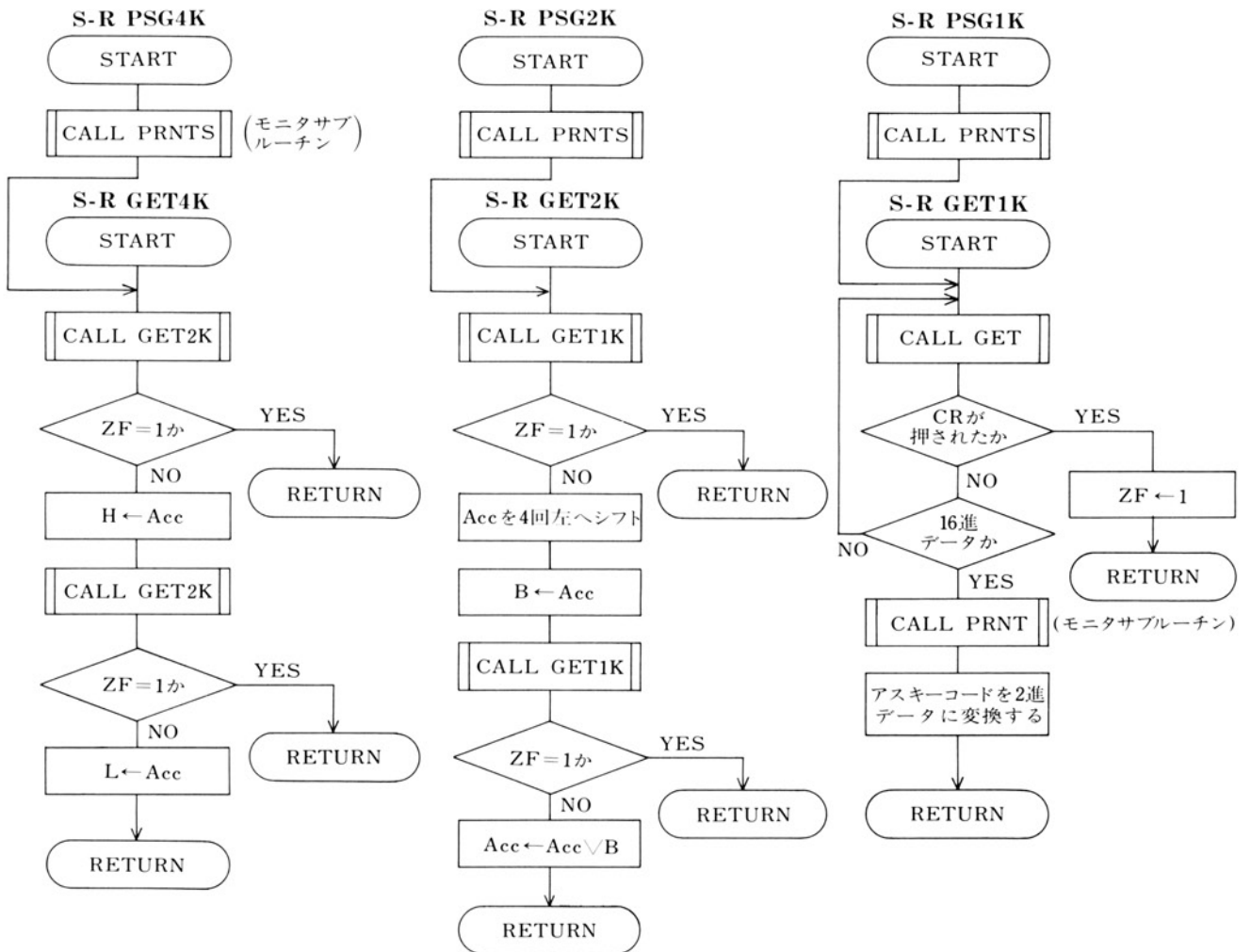
（行58〜59）AからFまでは、37を加えてアルファベットのアスキーコードを作る。

このサブルーチンを動かすのには、他のプログラムユニット中で，モニタサブルーチン"**PRNTS**" "**PRNT**"が定義されている必要がある。

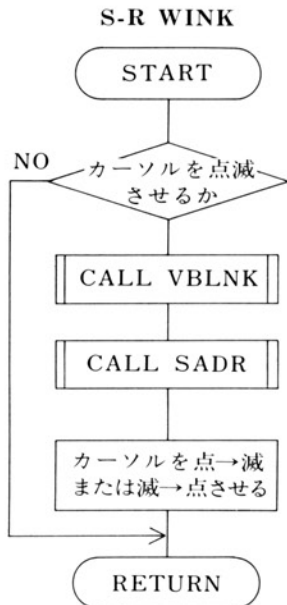
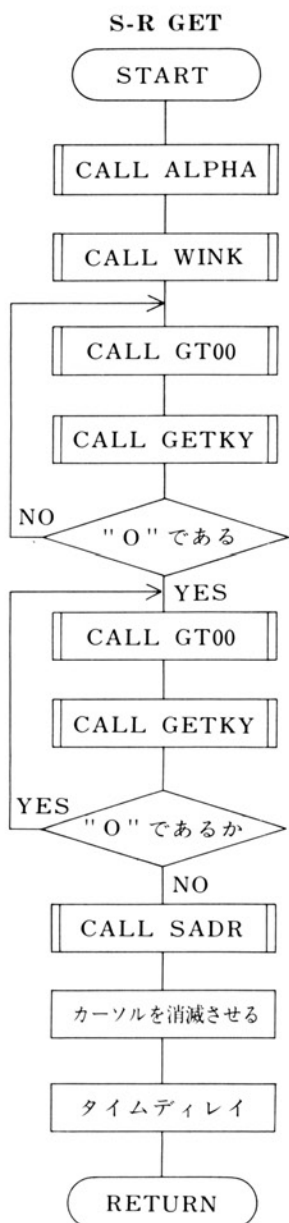
6 今度は，16進数でデータをキー入力するサブルーチンを作成する。データ入力の際に，カーソルを点滅させることにする。16進の入力桁は，1，2，4の各桁として，カーソルはその桁数だけキー入力されるまで点滅を続ける。16進数以外のキーが押されたら"ピッ"と音を立てる。キャリッジリターンが押されたら，Zフラグをセットしてリターンする。エコーバックおよび，チャッタリングの防止も行なわれる。

サブルーチンコールは，スペースを置くか置かないかで各2通りの方法を作り合計次の6通りとする。

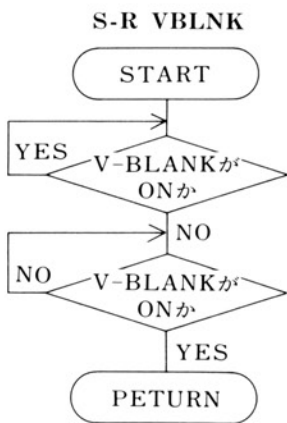
CALL GET4K	(get 4hexa data)	HLの内容を16進4桁でキー入力
CALL PSG4K	(print space, get 4hexa data)	スペースを表示しHLの内容を16進4桁でキー入力
CALL GET2K	(get 2hexa data)	Accの内容を16進2桁でキー入力
CALL PSG2K	(print space, get 2hexa data)	スペースを表示しAccの内容を16進2桁でキー入力
CALL GET1K	(get 1hexa data)	Accの下位4ビットを16進1桁でキー入力
CALL PSG1K	(print space, get 1hexa data)	スペースを表示しAccの下位4ビットを16進1桁でキー入力

これらのサブルーチンも互いに関連があり，"GET4K"は"GET2K"を2回CALLし、"GET2K"は"GET1K"を2回CALLしている。さらに"GET1K"は，カーソル点滅およびモニタサブルーチンの"GETKY"の各ルーチンをCALLしているサブルーチン"GET"をCALLしている。まとめると次のようになる。

サブルーチン"GET"は，基本的に2つの要素からなっている。1つは，カーソルを点滅させてキー入力待ちの状態を示すことであり，もう1つは，モニタサブルーチン"GETKY"を用いて実際に，キーコードを1つAccに取り込むことである。

カーソルの点滅，即ち，カーソルのディスプレイコードをV-RAMに転送するには，画面のチラつきを防止するために，V-Blank信号（E002番地のD_7が$\overline{\text{V-BLANK}}$である）がONの時に，コードの転送を行うようにしている。サブルーチン"VBLNK"。

キー入力される文字は，16進数データであるから，サブルーチン"ALPHA"によってキー取り込みモードを英数にしている。

右以外の他のサブルーチンの内容はプログラムを追って調べること。

プログラム中のエクスターナル"E"表示のシンボルは，メモリマップドI-Oに関するワークエリアのアドレスを示しており，**詳細は，P.136を参照せよ。**

"SADR"は，V-RAM中のカーソル位置を算出するサブルーチンであり，RETURN時に，カーソル位置アドレスがHLレジスタに入る。

GET HEXA DATA SUB-ROUTINE

```
  ** Z80 ASSEMBLER SP-2101 PAGE 01  **
01 0000                   ;
02 0000                   ; GET 4  CHARACTER (DESTROYED:A,H,L)
03 0000                   ;        CALL GET4K
04 0000                   ;        CALL PSG4K
05 0000                   ;          EXIT:HL<--XXXX  X:HEXA
06 0000                   ;
07 0000                   PSG4K:  ENT
08 0000 F5                        PUSH   AF
09 0001 CD0000    E               CALL PRNTS
10 0004 F1                        POP    AF
11 0005                   GET4K:  ENT
12 0005 CD1500                    CALL   GET2K
13 0008 C8                        RET    Z
14 0009 67                        LD     H, A
15 000A CD1500                    CALL   GET2K
16 000D C8                        RET    Z
17 000E 6F                        LD     L, A
18 000F C9                        RET
19 0010                           SKP    2


22 0010                   ;
23 0010                   ; GET 2  CHARACTER (DESTROYED:A)
24 0010                   ;        CALL GET2K
25 0010                   ;        CALL PSG2K
26 0010                   ;          EXIT:A<--XX   X:HEXA
27 0010                   ;
28 0010                   PSG2K:  ENT
29 0010 F5                        PUSH   AF
30 0011 CD0000    E               CALL   PRNTS
31 0014 F1                        POP    AF
32 0015                   GET2K:  ENT
33 0015 CD2B00                    CALL   GET1K
34 0018 C8                        RET    Z
35 0019 07                        RLCA
36 001A 07                        RLCA
37 001B 07                        RLCA
38 001C 07                        RLCA
39 001D C5                        PUSH   BC
40 001E 47                        LD     B, A
41 001F CD2B00                    CALL   GET1K
42 0022 2802                      JR     Z, +4
43 0024 B0                        OR     B
44 0025 04                        INC    B
45 0026 C1                        POP    BC
46 0027 C9                        RET
47 0028                           SKP    2


50 0028                   ;
51 0028                   ; GET 1  CHARACTER (DESTROYED:A)
52 0028                   ;        CALL GET1K
53 0028                   ;        CALL PSG1K
54 0028                   ;         EXIT:A<--0X   X:HEXA
55 0028                   ;
56 0028                   PSG1K:  ENT
57 0028 CD0000    E               CALL   PRNTS
58 002B                   GET1K:  ENT
59 002B CD5C00                    CALL   GET
60 002E FE0D                      CP     0DH
```

（12～17行）"GET2K"を2回CALLしている。

（33～40行）"GET1K"でAccに0Xがセットされ，4回左へローテートしてX0としてAccをBに入れておく。

（41～44行）もう一度"GET1K"を行ってAccに0Xがセットされ，BとORをとることによってAccにXXがセットされる。INC BはZフラグをリセットするためのもの。

（60行）入力されたキーが CR であるか調べる。

＊＊ Z80 ASSEMBLER SP-2101 PAGE 02 ＊＊

```
01 0030 C8                     RET   Z
02 0031 FE66                   CP    66H
03 0033 C8                     RET   Z
04 0034 F5                     PUSH  AF
05 0035 FE30                   CP    30H
06 0037 381D                   JR    C, GGG2
07 0039 FE3A                   CP    3AH
08 003B 3008                   JR    NC, GGG0
09 003D CD0000   E             CALL  PRNT
10 0040 F1                     POP   AF
11 0041 D630                   SUB   30H
12 0043 180E                   JR    GGG1
13 0045 FE41        GGG0:      CP    41H
14 0047 380D                   JR    C, GGG2
15 0049 FE47                   CP    47H
16 004B 3009                   JR    NC, GGG2
17 004D CD0000   E             CALL  PRNT
18 0050 F1                     POP   AF
19 0051 D637                   SUB   37H
20 0053 FEF0        GGG1:      CP    F0H        ;ZF<--0
21 0055 C9                     RET
22 0056 F1          GGG2:      POP   AF         ;ILLEGAL KEY HERE
23 0057 CD0000   E             CALL  BELL
24 005A 18CF                   JR    GET1K
25 005C                        SKP   2

28 005C             ;
29 005C             ; CURSOR WINK AND GETKEY
30 005C             ;     CALL GET
31 005C             ;        EXIT:A<--ASCII
32 005C             ;
33 005C             GET:       ENT
34 005C D5                     PUSH  DE
35 005D E5                     PUSH  HL
36 005E CD8800                 CALL  ALPHA
37 0061 CD9200                 CALL  WINK
38 0064 CD9E00                 CALL  GT00
39 0067 CD0000   E             CALL  GETKY
40 006A B7                     OR    A
41 006B 20F7                   JR    NZ, -7
42 006D CD9E00                 CALL  GT00
43 0070 CD0000   E             CALL  GETKY
44 0073 B7                     OR    A
45 0074 28F7                   JR    Z, -7
46 0076 CDCD00                 CALL  SADR
47 0079 3600                   LD    (HL), 0H   ;DELETE CURSOR
48 007B F5                     PUSH  AF
49 007C 112003                 LD    DE, 000DH  ;TIME DELAY
50 007F 1B                     DEC   DE
51 0080 7A                     LD    A, D
52 0081 B3                     OR    E
53 0082 20FB                   JR    NZ, -3
54 0084 F1                     POP   AF
55 0085 E1                     POP   HL
56 0086 D1                     POP   DE
57 0087 C9                     RET
58 0088                        SKP   H
```

（01–03）CR が押されたらZフラグをリセットしてRETURN

（04–19）16進データかどうか判別し、そうであれば2進データに変換してAccの下位4ビットにセットしている。

（20–21）Zフラグをリセットして RETURN

（22–24）16進データ以外のキーが押されたらBELLを鳴らす。

```
01 0088                ALPHA:  ENT                      ;FIX ALPHA MODE
02 0088 3E05                   LD     A,05H
03 008A 320000    E            LD     (KANST),A
04 008D AF                     XOR    A
05 008E 320000    E            LD     (KANAF),A
06 0091 C9                     RET
07 0092                        SKP    2


10 0092                WINK:   ENT
11 0092 AF                     XOR    A
12 0093 320000    E            LD     (KEYPA),A
13 0096 21E500                 LD     HL,WRK0
14 0099 77                     LD     (HL),A
15 009A 2F                     CPL
16 009B 320000    E            LD     (KEYPA),A
17 009E                GT00:   ENT
18 009E 3A0000    E            LD     A,(KEYPC)
19 00A1 07                     RLCA
20 00A2 07                     RLCA
21 00A3 3813                   JR     C,GT02
22 00A5 7E                     LD     A,(HL)
23 00A6 0F                     RRCA
24 00A7 D8                     RET    C
25 00A8 3EEF                   LD     A,EFH             ;A<--CURSOL PATTERN
26 00AA CDBE00         GT01:   CALL   VBLNK
27 00AD EB                     EX     DE,HL
28 00AE CDCD00                 CALL   SADR
29 00B1 77                     LD     (HL),A
30 00B2 EB                     EX     DE,HL
31 00B3 7E                     LD     A,(HL)            ;COMPLEMENT STATUS
32 00B4 EE01                   XOR    01H
33 00B6 77                     LD     (HL),A
34 00B7 C9                     RET
35 00B8 7E             GT02:   LD     A,(HL)
36 00B9 0F                     RRCA
37 00BA D0                     RET    NC
38 00BB AF                     XOR    A                 ;A<--SPACE PATTERN
39 00BC 18EC                   JR     GT01
40 00BE                        SKP    2


43 00BE                VBLNK:  ENT
44 00BE F5                     PUSH   AF
45 00BF 3A0000    E            LD     A, (KEYPC)        ;V-BLANK CHECK
46 00C2 07                     RLCA
47 00C3 30FA                   JR     NC,-4
48 00C5 3A0000    E            LD     A,(KEYPC)
49 00C8 07                     RLCA
50 00C9 38FA                   JR     C,-4
51 00CB F1                     POP    AF
52 00CC C9                     RET
53 00CD                        SKP    H
```

```
      **  Z80 ASSEMBLER SP-2101 PAGE 04  **

01 00CD                 SADR:   ENT
02 00CD 2A0000   E              LD     HL,(DSPXY)          ;COMPUTE SCREEN ADR.
03 00D0 C5                      PUSH   BC
04 00D1 D5                      PUSH   DE
05 00D2 E5                      PUSH   HL
06 00D3 C1                      POP    BC
07 00D4 112800                  LD     DE,28H
08 00D7 21D8CF                  LD     HL,CFD8H
09 00DA 19                      ADD    HL,DE
10 00DB 05                      DEC    B
11 00DC F2DA00                  JP     P,-2
12 00DF 0600                    LD     B,0H
13 00E1 09                      ADD    HL,BC
14 00E2 D1                      POP    DE
15 00E3 C1                      POP    BC
16 00E4 C9                      RET
17 00E5                         SKP    2


20 00E5                 WRK0:   ENT
21 00E5 00                      DEFB   0H
22 00E6                         END
```

このサブルーチンで用いられているモニタサブルーチンは，次のものがある。

PRNTS	(print space)	000CH
PRNT	(print accumulator)	0012H
BELL	(bell)	003EH
GETKY	(get key)	001BH

またメモリマップド I—O 及びモニタエリア内の

KEYPA	(key port A)	E000H
KEYPC	(key port C)	E002H
KANAF	(kana flag)	1170H
DSPXY	(display X-Y)	1171H

も用いられているので，これらのシンボルは，他のプログラムユニット中で定義されていなくてはならない。

〔応用〕　ここで作成したサブルーチンでは，16進データのセットが行われるが，キー入力の誤りの対策として，DELETE 機能を付け加えることを考えよ。

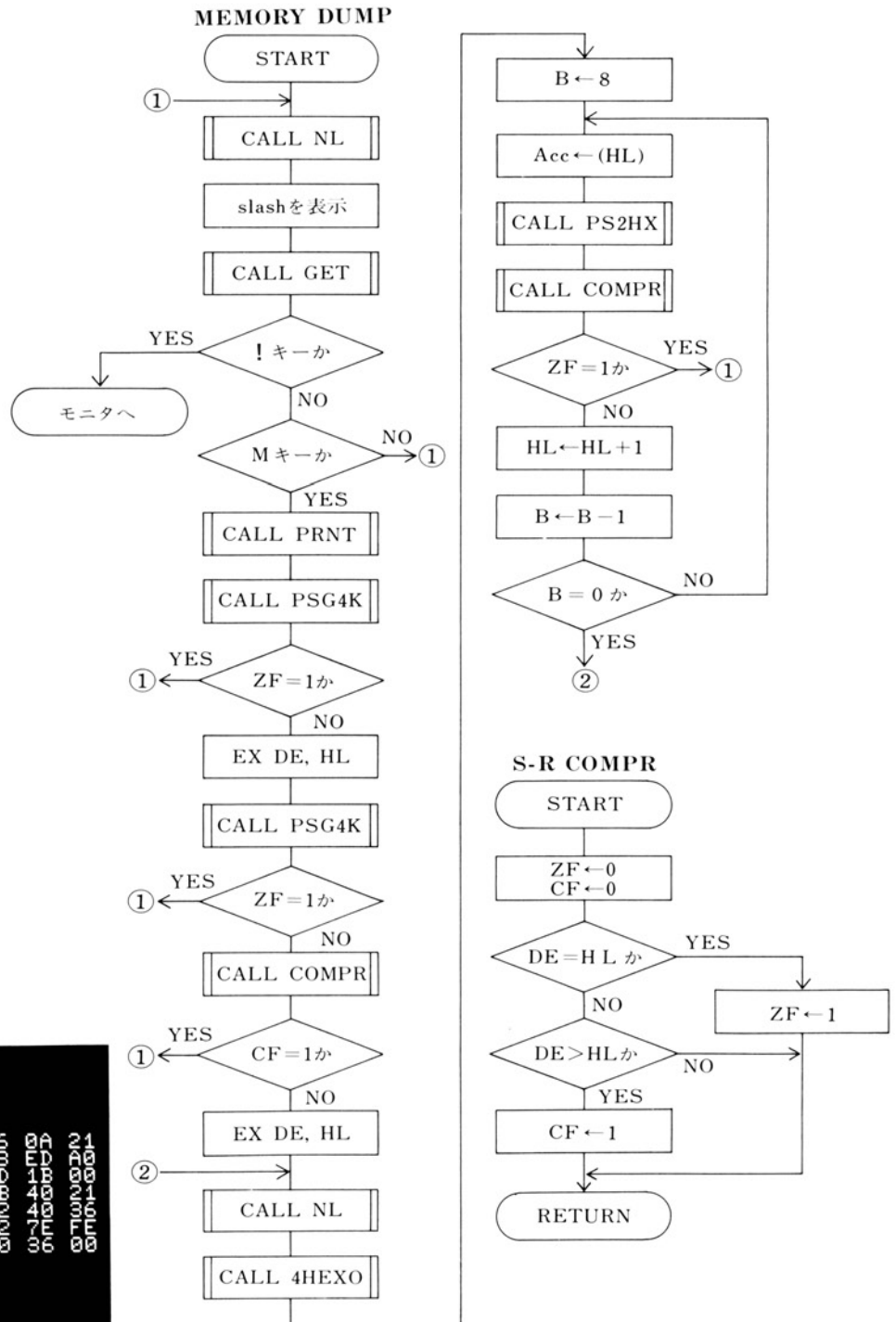
たとえば，GET 4 K を行うとき，

3A ▒

とキー入力して来て前の A を B に変更したい場合，DEL キーを押すとカーソルは 1 字戻り A が delete され，次に B を入力すればよいようにする。

7 前に作成した16進データのキー入力，表示のサブルーチンを用いて，デバッガの"M"コマンドの形式(或いはMACHINE LANGUAGEのMコマンドの形式）で，指定されたメモリブロックの内容を表示させるプログラムを作成する。

このプログラムは，初めにカーソルが点滅するコマンド待ちの状態となる。この時点でコマンドにはM，！があり，Mコマンドでスタート，！コマンドでモニタへジャンプするようにしておく。

Mコマンドでスタートしたら，メモリダンプするスタートアドレス（16進4桁）の入力待ちとなる。スタートアドレスが設定されたら，スペースを1個おいて，エンドアドレスの入力待ちとなる。エンドアドレスが指定されたら，メモリダンプを行い，終ったら再びコマンド待ちとなるようにする。

```
  **  Z80 ASSEMBLER SP-2101 PAGE 01  **
01 0000                 ;
02 0000                 ;  MEMORY DUMP
03 0000                 ;     M :START
04 0000                 ;    ! :GOTO MONITOR
05 0000                 ;
06 0000                 MEMRY:  ENT
07 0000  CD0000   E             CALL    NL
08 0003  3E2F                   LD      A,2FH
09 0005  CD0000   E             CALL    PRNT
10 0008  CD0000   E             CALL    GET
11 000B  FE21                   CP      21H
12 000D  CA0000   E             JP      Z,MNTR
13 0010  FE4D                   CP      4DH
14 0012  2805                   JR      Z,+7
15 0014  CD0000   E     MEMR0:  CALL    BELL
16 0017  18E7                   JR      MEMRY
17 0019  CD0000   E             CALL    PRNT
18 001C  CD0000   E             CALL    PSG4K
19 001F  28F3                   JR      Z,MEMR0
20 0021  EB                     EX      DE,HL
21 0022  CD0000   E             CALL    PSG4K
22 0025  28ED                   JR      Z,MEMR0
23 0027  CD4300                 CALL    COMPR
24 002A  38E8                   JR      C,MEMR0
25 002C  EB                     EX      DE,HL
26 002D  CD0000   E     MEMR1:  CALL    NL
27 0030  CD0000   E             CALL    4HEXO
28 0033  0608                   LD      B,8
29 0035  7E             MEMR2:  LD      A,(HL)
30 0036  CD0000   E             CALL    PS2HX
31 0039  CD4300                 CALL    COMPR
32 003C  28C2                   JR      Z,MEMR0
33 003E  23                     INC     HL
34 003F  10F4                   DJNZ    MEMR2
35 0041  18EA                   JR      MEMR1
36 0043                         SKP     H
```

（07〜10）改行して slash "／" を置きコマンド待ちとする。

（11〜14）"！"が入力されるとモニタへ，"M"が入力されるとスタートする。

（18〜25）メモリダンプするメモリブロックのスタート，エンドアドレスの16進4桁入力待ち。スタートアドレスがエンドアドレスよりも大だとキャンセルされる。

（26〜27）改行し，アドレスを表示する。

（28〜36）エンドアドレスまで1行に8バイトずつメモリダンプを行う。

COMPARE SUB-ROUTINE

```
  **  Z80 ASSEMBLER SP-2101 PAGE 02  **
01 0043                 ;
02 0043                 ; COMPARE DE,HL (DESTROYED:A)
03 0043                 ;    CALL COMPR
04 0043                 ;       EXIT:DE=HL  Z=1
05 0043                 ;            DE>HL  C=1
06 0043                 ;
07 0043                 COMPR:  ENT
08 0043  7C                     LD      A,H
09 0044  92                     SUB     D
10 0045  C0                     RET     NZ
11 0046  7D                     LD      A,L
12 0047  93                     SUB     E
13 0048  C9                     RET
14 0049                         END
```

（08〜12）DE＝HLの場合Zフラグがセットされて RETURN。DE＞HLの場合Cフラグがセットされて RETURN。

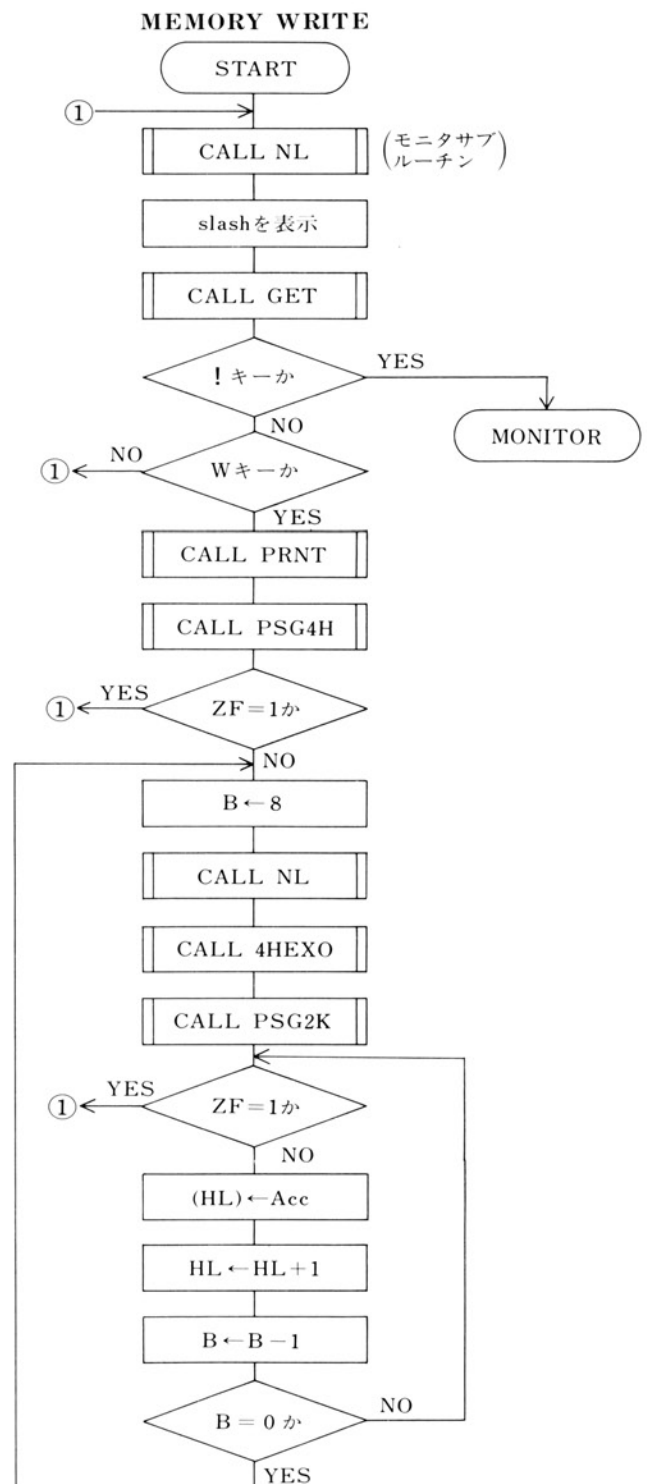
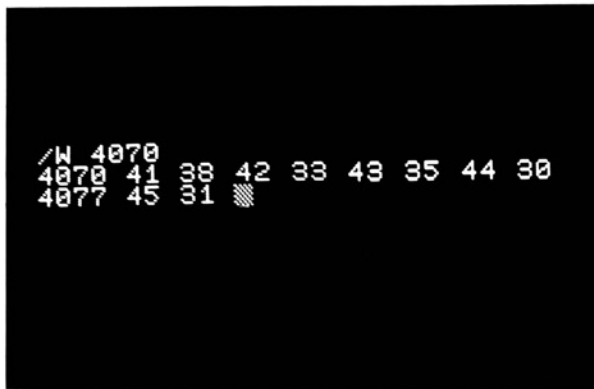
このプログラムでは，次の外部サブルーチン(モニタサブルーチンを除いて) が参照されている。

GET	(cursor wink and get key)	例題6参照
PSG4K	(print space, get 4 hexa data)	例題6参照
4HEXO	(4 hexa data out)	例題5参照
PS2HX	(print space, 2 hexa data out)	例題5参照

8 今度は，Wコマンドの形式で，メモリの指定アドレスから，16進2桁でデータを書き込むプログラムを作成する。

このプログラムは初めに，スラッシュ，カーソルのコマンド待ちの状態となり，Wコマンドでスタート，！コマンドでモニタへジャンプするようにしておく。

Wコマンドでスタートしたら，メモリライト（memory write）するスタートアドレス（16進4桁）の入力待ちとなる。スタートアドレスがGET4Kによってキー入力されたら，改行しアドレスを表示して，16進2桁のデータの入力待ちとなる。

Wコマンドを終えるには，CRキーを押す。

```
   **  Z80 ASSEMBLER SP-2101 PAGE 01  **
01 0000                  ;
02 0000                  ;  MEMORY WRITE
03 0000                  ;     W:START
04 0000                  ;     !:GOTO MONITOR
05 0000                  ;
06 0000                  WRITE:  ENT
07 0000 CD0000     E             CALL   NL
08 0003 3E2F                     LD     A,2FH
09 0005 CD0000     E             CALL   PRNT
10 0008 CD0000     E             CALL   GET
11 000B FE21                     CP     21H
12 000D CA0000     E             JP     Z,MNTR
13 0010 FE57                     CP     57H
14 0012 2805                     JR     Z,+7
15 0014 CD3E00       WRITE0:     CALL   BELL
16 0017 18E7                     JR     WRITE
17 0019 CD0000     E             CALL   PRNT
18 001C CD0000     E             CALL   PSG4K
19 001F 28F3                     JR     Z,WRITE0
20 0021 0608         WRITE1:     LD     B,8
21 0023 CD0000     E             CALL   NL
22 0026 CD0000     E             CALL   4HEXO
23 0029 CD0000     E WRITE2:     CALL   PSG2K
24 002C 28E6                     JR     Z,WRITE0
25 002E 77                       LD     (HL),A
26 002F 23                       INC    HL
27 0030 10F7                     DJNZ   WRITE2
28 0032 18ED                     JR     WRITE1
29 0034                          SKP    H
```

（行07〜10）改行してslash"／"(2FH)を置きコマンド待ちとする。

（行11〜14）"！"(21H)が入力されるとモニタへ，"W"(57H)が入力されるとスタートする。

（行17〜19）Memory Write するスタートアドレスを待つ。

（行20〜29）アドレスを表示し，1行に8バイトずつ表示しながら Memory Writeを行う。
Wコマンドの中止は CR キーの入力による。

このプログラムでは，次の外部サブルーチンが参照されている。

GET	(cursor wink and get key)	例題6参照
PSG4K	(print space, get 4 hexa data)	例題6参照
4HEXO	(4 hexa data out)	例題5参照
PSG2K	(print space, get 2 hexa data)	例題6参照

また，"NL"，"PRNT"などのモニタサブルーチンも，他のプログラムユニット中で定義されていなくてはならない。

〔応用〕　このWコマンドと，前のMコマンドと，更に実行コマンド，！コマンドを持つマシン語モニタを作成せよ。

実行コマンドGは，GET4Kで，スタートアドレスを指定して，プログラムを実行（Program Counter:PCにスタートアドレスを設定すればよい）する。

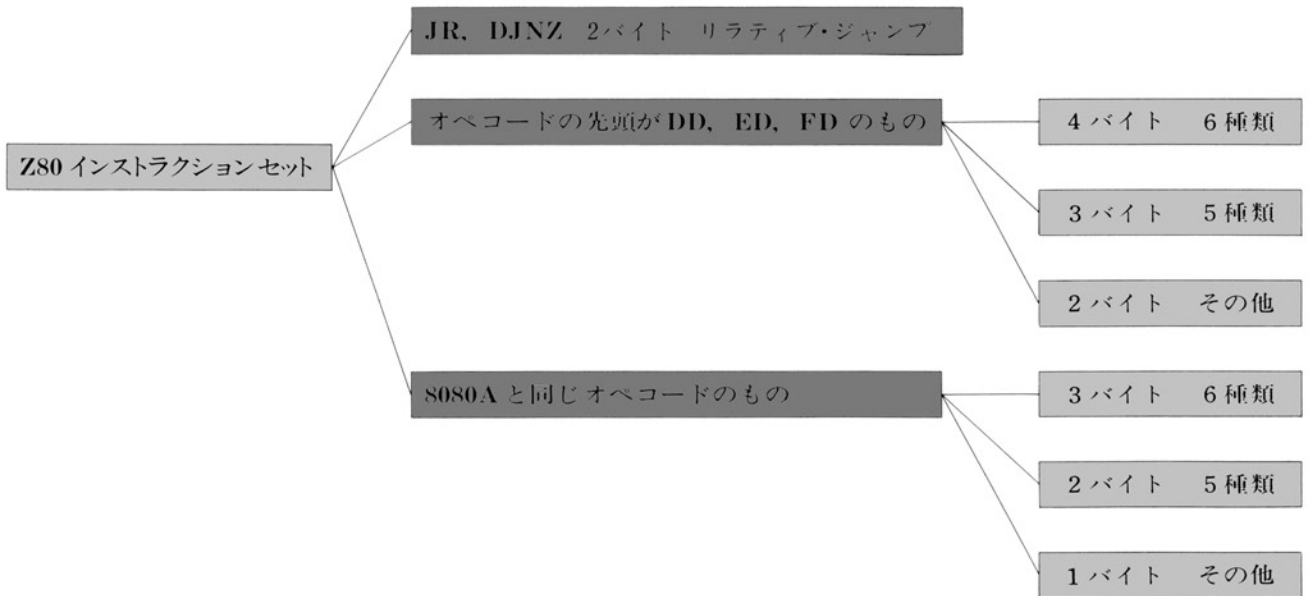
／W	XXXX		memory write	
／M	XXXX	YYYY	memory dump	
／G	XXXX		goto XXXX	……プログラムカウンタにXXXXをセットする。
／！			goto monitor	……0000番地にジャンプする。

プログラムは，MAINとSUB-ROUT1NEの2つのプログラムユニットに分けて作成し，後でリンクさせるようにしてみよ。

9 指定されたメモリブロック内のアブソリュート形式プログラムを，1行に1命令ずつ，オペコードのアドレスと共にメモリダンプさせるプログラムを考える。

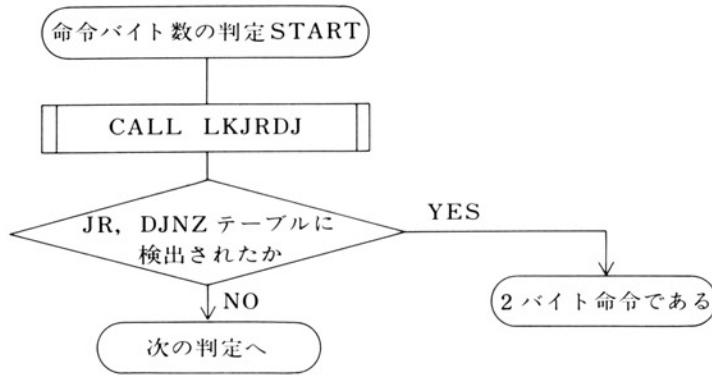
たとえば，3000から3009番地に，左のようなプログラムが入っているとして(バイナリで)，コマンドL(List)を行うと，右のようにオブジェクトリストが命令単位で表示されるようにしたい。

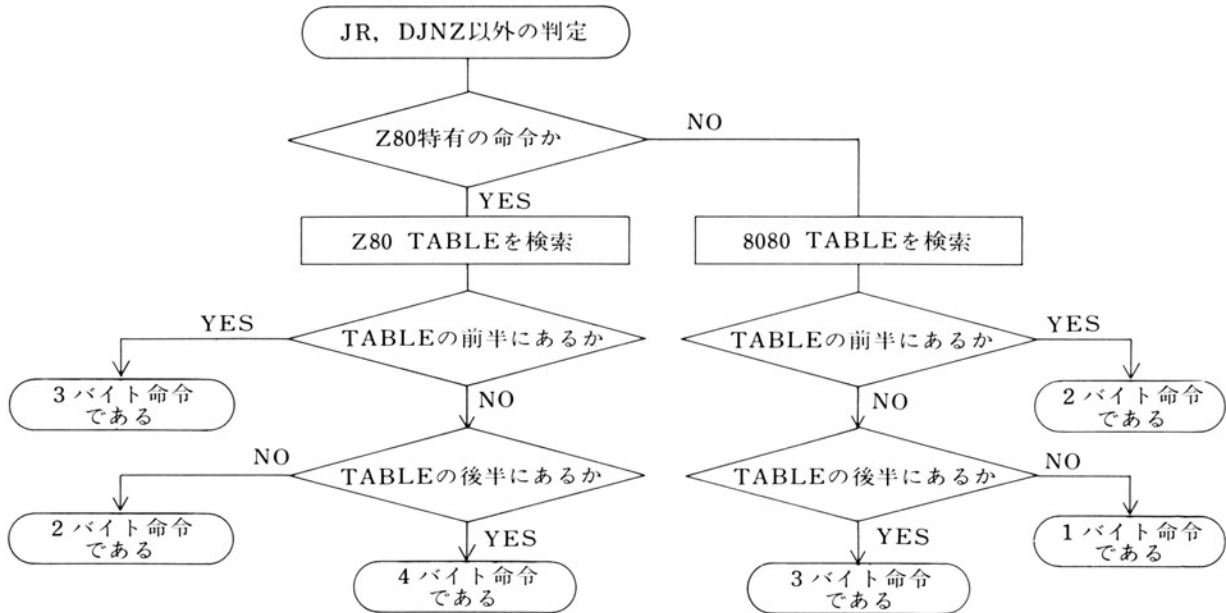
このプログラムを作るには，先ず，オペコードが，何バイト命令であるかの判別を行なわなくてはならない。上の例では，オペコード"CD"が3バイト命令であり，"AF"が1バイト命令であるというように判別が行われなくてはならない。

Z80インストラクションセットには，8080ACPUのインストラクションセットの他に，リラティブ・ジャンプコマンド(JR，およびDJNZ)と，オペコードがDD，ED，FDで始まるコマンド群が加わっている。その構成は，次のようになっている。

ここで，5種類，6種類というのは，オペレーションのバリエーション，たとえば，レジスタの違いなどの細分は考えず，オペコードをグループとして捉えた時に分けられる種類を示している。たとえば，次の8個の命令は1つのグループとして捉えることができる。すなわち，オペコード"00←r→110"を共通に持つ2バイト命令と考えることができる。オペコード中の"r"の3ビットが，7個のレジスタおよび(HL)の，合計8個のバリエーションを生むと考えられ，これを1種類とみるのである。

```
LD  B,n     LD  C,n     LD  D,n     LD  E,n
LD  H,n     LD  L,n     LD  A,n     LD  (HL),n
```

機械語の命令のバイト数を判別するには，はじめに，JR，DJNZの2バイトの相対的ジャンプ命令かどうかの判定を行う。すなわち，JR，DJNZの形のとるオペコードをテーブルに並べておいて，オペコードがそのテーブル中に検出されるかどうか調べる。

この検出は，プログラム中の"**LKJRDJ**"（LOOK JR，DJNZ TABLE）によって行われる。JR，DJNZ命令に含まれるオペコードは全部で6個であり，そのコードのテーブルを"**JRDJT**"（Z80 JR，DJNZ TABLE）に構成しておく。

JR，DJNZテーブルに検出されなかった場合は，前頁に示したように，8080ACPUと同じ命令か，Z80CPU特有の命令かの判定を行う。即ち，オペコードの先頭がDD，ED，FDであれば，Z80CPUに特有の命令であることになる。この判定によって参照するテーブルが分かれる。

前者，即ち8080Aと共通の命令である場合は"**LOOK1**"（LOOK UP 8080/Z80 TABLE）によって"**8080T**"（8080 TABLE）を検索し，後者の場合は，"**LOOK1**"によって"**Z80TB**"（Z80 TABLE）を検索する。TABLEの並びが同じ形で構成されているので，検索サブルーチン"LOOK1"は共通に使える。

TABLE検索によって上図のようにバイト数の分類が行われる。TABLEは，隣り合った2バイトずつが組みになっていて，はじめの1バイトが，ある命令型のグループ単位の共通部分，次の1バイトが，バリエーション（たとえばレジスタ，あるいはコンディションによる）のマスクを行うためのコードとなっている。

前頁に示した，オペコード"00←r→110"のグループ（8080のMVIコマンドグループ）は，8080 TABLEの冒頭に置かれている。即ち，オペコードの共通部分，06Hが第1バイト目にあり，"←r→"の部分だけを0のビットとするためのレジスタマスクコードC7Hが第2バイト目に置かれている。調べるべきオペコードXXHと，06Hの**XOR**をとり，さらにその結果と，C7Hとの**AND**をとった時，結果が00Hとなれば，オペコードXXHはこのグループに属することになる。

```
      **  Z80 ASSEMBLER SP-2101 PAGE 01  **
01 0000                      ;
02 0000                      ;  MEMORY LIST
03 0000                      ;     L:START
04 0000                      ;     !:GOTO MONITOR
05 0000                      ;
06 0000                      LIST:    ENT
07 0000 CD0000     E                  CALL   NL
08 0003 3E2F                          LD     A,2FH
09 0005 CD0000     E                  CALL   PRNT
10 0008 CD0000     E                  CALL   GET
11 000B FE21                          CP     21H
12 000D CA0000     E                  JP     Z,MNTR
13 0010 FE4C                          CP     4CH
14 0012 2805                          JR     Z,+7
15 0014 CD0000     E LIST0:           CALL   BELL
16 0017 18E7                          JR     LIST
17 0019 CD0000     E                  CALL   PRNT
18 001C CD0000     E                  CALL   PSG4K
19 001F 28F3                          JR     Z,LIST0
20 0021 EB                            EX     DE,HL
21 0022 CD0000     E                  CALL   PSG4K
22 0025 28ED                          JR     Z,LIST0
23 0027 CD0000     E LIST1:           CALL   GETKY
24 002A FE20                          CP     20H
25 002C 2015                          JR     NZ,LISTS
26 002E CD0000     E                  CALL   GETKY
27 0031 B7                            OR     A
28 0032 20FA                          JR     NZ,-4
29 0034 CD0000     E LISTP:           CALL   GETKY
30 0037 FE0D                          CP     0DH
31 0039 28D9                          JR     Z,LIST0
32 003B FE66                          CP     66H
33 003D 28D5                          JR     Z,LIST0
34 003F FE20                          CP     20H
35 0041 20F1                          JR     NZ,LISTP
36 0043 CD0A01         LISTS:         CALL   COMPR
37 0046 38CC                          JR     C,LIST0
38 0048 CD0000     E                  CALL   NL
39 004B ED530601                      LD     (XXXX0),DE
40 004F 220801                        LD     (YYYY0),HL
41 0052 EB                            EX     DE,HL
42 0053 CD0000     E                  CALL   4HEX0
43 0056 0601                          LD     B,01H
44 0058 11FF00                        LD     DE,JRDJT
45 005B CDB900                        CALL   LKJRDJ
46 005E 2845                          JR     Z,LIST4
47 0060 79                            LD     A,C
48 0061 EB                            EX     DE,HL
49 0062 FEDD                          CP     DDH
50 0064 282D                          JR     Z,LIST2
51 0066 FEED                          CP     EDH
52 0068 2809                          JR     Z,LIST55
53 006A FEFD                          CP     FDH
54 006C 2825                          JR     Z,LIST2
55 006E 21D500                        LD     HL,8080T
56 0071 1825                          JR     LIST3
57 0073 04             LIST55:        INC    B
58 0074 13                            INC    DE
59 0075 1A                            LD     A,(DE)
60 0076 FE46                          CP     46H
61 0078 CA9100                        JP     Z,LIST66
62 007B FE56                          CP     56H
63 007D CA9100                        JP     Z,LIST66
64 0080 FE5E                          CP     5EH
65 0082 CA9100                        JP     Z,LIST66
66 0085 FE72                          CP     72H
```

(08–14) 改行し，slash"／"を表示してコマンド待ちとする。"L"が入力されるとスタートし，"！"が入力されるとモニタへ移る。

(18–22) LISTING を行なうメモリブロックの入力待ち。 CR が押されると戻る。

(23–24) SPACE キーが押されたらLISTINGを一担停止する。

(25–28) キーが離されるのを待つ。

(29–33) CR が押されたらコマンド待ちへ戻る。

(34–35) SPACE キーが押されたらLISTINGを継続する。

(43) BYTE カウンタを1にセットする。

(44–46) JR，DJNZ 命令かを調べる。

(49–54) DD，ED，FD で始まるコマンドであれば Z80TABLE を調べる。

(55–56) 違う時は，8080A TABLE を調べる。

(60–66) EDで始まり，次が右のコードであれば，DD，FDの場合と異なり2バイト命令である。

** Z80 ASSEMBLER SP-2101 PAGE 02 **

```
01 0087 CA9100              JP    Z,LIST66
02 008A FE73                CP    73H
03 008C 2007                JR    NZ,LIST3-3
04 008E 0604                LD    B,4
05 0090 B7        LIST66:   OR    A
06 0091 1813                JR    LIST5
07 0093 04        LIST2:    INC   B
08 0094 13                  INC   DE
09 0095 21EA00              LD    HL,Z80TB
10 0098 CDC500    LIST3:    CALL  LOOK1
11 009B FEF0                CP    F0H
12 009D 2807                JR    Z,LIST5
13 009F 79                  LD    A,C
14 00A0 FE05                CP    05H
15 00A2 3801                JR    C,LIST4
16 00A4 04                  INC   B
17 00A5 04        LIST4:    INC   B
18 00A6 CD0000   E LIST5:   CALL  PRNTS
19 00A9 ED5B0601            LD    DE,(XXXX0)
20 00AD 1A        LIST6:    LD    A,(DE)
21 00AE CD0000   E           CALL  2HEXO
22 00B1 13                  INC   DE
23 00B2 10F9                DJNZ  LIST6
24 00B4 2A0801              LD    HL,(YYYY0)
25 00B7 188E                JR    LIST1
26 00B9           ;
27 00B9           ;  LOOK JR DJNZ TABLE
28 00B9           ;
29 00B9           LKJRDJ:  ENT
30 00B9 4E                  LD    C,(HL)
31 00BA 1B                  DEC   DE
32 00BB 13        LKJD0:    INC   DE
33 00BC 1A                  LD    A,(DE)
34 00BD B9                  CP    C
35 00BE C8                  RET   Z
36 00BF FEF0                CP    F0H
37 00C1 20F8                JR    NZ,LKJD0
38 00C3 B7                  OR    A
39 00C4 C9                  RET
40 00C5           ;
41 00C5           ;  LOOK UP 8080/Z80 TABLE
42 00C5           ;  (DESTROYED:A,C,H,L)
43 00C5           ;     IN:HL<--TOP ADR OF TBL
44 00C5           ;        DE<--OPECODE ADR
45 00C5           ;  CALL LOOK1
46 00C5           ;   EXT:A=F0 TABLE END
47 00C5           ;       :C=DATA# OF TBL
48 00C5           ;
49 00C5           LOOK1:   ENT
50 00C5 0E00                LD    C,0H
51 00C7 2B                  DEC   HL
52 00C8 23        LK00:     INC   HL
53 00C9 0C                  INC   C
54 00CA 7E                  LD    A,(HL)
55 00CB FEF0                CP    F0H
56 00CD C8                  RET   Z
57 00CE 1A                  LD    A,(DE)
58 00CF AE                  XOR   (HL)
59 00D0 23                  INC   HL
60 00D1 A6                  AND   (HL)
61 00D2 20F4                JR    NZ,LK00
62 00D4 C9                  RET
```

ED73で始まる命令は4バイト命令である。

DD，ED，FDで始るZ80固有の命令では，バイトカウンタに1を足しておき，さらにオペコードとして意味のある第2バイト目のアドレスをDEにセットしておく。

テーブルに無い場合バイトカウンタはそのまま

テーブルの前半にあればB←B＋1
後半にあればB←B＋2

スペースを1個表示して，命令のバイト数だけコードの表示（2HEXOを使う）を行う。

オペコードをCに入れる。

JR，DJNZのテーブルにオペコードが見つかったらZF＝1の状態でRETURN。

見つからない時はZF＝0でRETURN(AccはF0Hだから"OR A"でZFはリセットされる)

Cレジスタに00をセット。

バイト数を調べようとするオペコードとオペコードのパターンとのXOR（排他的論理和）を行ない，次にレジスタまたはコンディションのマスクパターンとANDをとった時ゼロになれば，オペコードはそのグループに属することになる。テーブルの何番目に見つかったかは，Cレジスタに残る。見つからないと，AccはF0となる。

```
**  Z80 ASSEMBLER SP-2101 PAGE 03  **
01 00D5             ;
02 00D5             ;  8080 TABLE
03 00D5             ;
04 00D5             8080T:   ENT                ;8080A BYTE SIZE
05 00D5 06                   DEFB   06H         ;MVI(2 BYTE)
06 00D6 C7                   DEFB   C7H         ;REGISTER MASK
07 00D7 C6                   DEFB   C6H         ;DIRECT ALU
08 00D8 C7                   DEFB   C7H         ;OPERATION MASK
09 00D9 DB                   DEFB   DBH         ;IN,OUT
10 00DA F7                   DEFB   F7H         ;MASK
11 00DB CB                   DEFB   CBH         ;RLC,RRC,BIT,SET
12 00DC FF                   DEFB   FFH         ;UNCONDITIONAL
13 00DD             ;
14 00DD             ;
15 00DD 01                   DEFB   01H         ;LXI(3 BYTE)
16 00DE CF                   DEFB   CFH         ;REGISTER MASK
17 00DF 22                   DEFB   22H         ;STA,LDA,LHLD,SHLD
18 00E0 E7                   DEFB   E7H         ;MASK
19 00E1 C2                   DEFB   C2H         ;JXX
20 00E2 C7                   DEFB   C7H         ;CONDITION MASK
21 00E3 C4                   DEFB   C4H         ;CXX
22 00E4 C7                   DEFB   C7H         ;CONDITION MASK
23 00E5 C3                   DEFB   C3H         ;JMP
24 00E6 FF                   DEFB   FFH         ;UNCONDITIONAL
25 00E7 CD                   DEFB   CDH         ;CALL
26 00E8 FF                   DEFB   FFH         ;UNCONDITIONAL
27 00E9 F0                   DEFB   F0H         ;TABLE END
28 00EA                      SKP    2


31 00EA             ;
32 00EA             ;  Z80 TABLE
33 00EA             ;
34 00EA             Z80TB:   ENT                ;Z80 BYTE SIZE
35 00EA 46                   DEFB   46H         ;(3 BYTE)
36 00EB C7                   DEFB   C7H
37 00EC 70                   DEFB   70H
38 00ED F8                   DEFB   F8H
39 00EE 86                   DEFB   86H
40 00EF C7                   DEFB   C7H
41 00F0 34                   DEFB   34H
42 00F1 FE                   DEFB   FEH
43 00F2             ;
44 00F2             ;
45 00F2 36                   DEFB   36H         ;(4 BYTE)
46 00F3 FF                   DEFB   FFH
47 00F4 21                   DEFB   21H
48 00F5 FF                   DEFB   FFH
49 00F6 2A                   DEFB   2AH
50 00F7 FF                   DEFB   FFH
51 00F8 22                   DEFB   22H
52 00F9 FF                   DEFB   FFH
53 00FA CB                   DEFB   CBH
54 00FB FF                   DEFB   FFH
55 00FC 43                   DEFB   43H
56 00FD C7                   DEFB   C7H
57 00FE F0                   DEFB   F0H         ;TABLE END
58 00FF                      SKP    H
```

8080A 型命令の TABLE および，DD，ED，FD ではじまる Z80 固有の命令の第 2 バイト目のオペコード判別のための TABLE が示されている。

両者には対照性があり，前半の 5 種類はバイトカウンタに 1 を足すもの，後半の 6 種類はバイトカウンタに 2 を足すものであり，TABLE に見つからない時はバイトカウンタはそのままにする。ただし，バイトカウンタは，8080A の TABLE を参照する時は 0，Z80の TABLE を参照する時は 1 になっていなくてはならない。

```
   **  Z80 ASSEMBLER SP-2101 PAGE 04  **
01 00FF                ;
02 00FF                ;  Z80 JR,DJNZ TABLE
03 00FF                ;
04 00FF                JRDJT:  ENT
05 00FF 10                     DEFB   10H
06 0100 18                     DEFB   18H
07 0101 20                     DEFB   20H
08 0102 28                     DEFB   28H
09 0103 30                     DEFB   30H
10 0104 38                     DEFB   38H
11 0105 F0                     DEFB   F0H
12 0106                        SKP    2

15 0106                ;
16 0106                ;
17 0106                XXXX0:  ENT
18 0106                        DEFS   2
19 0108                YYYY0:  ENT
20 0108                        DEFS   2
21 010A                        SKP    2

24 010A                ;
25 010A                ;  COMPARE DE,HL
26 010A                ;
27 010A                COMPR:  ENT
28 010A                        LD     A,H
29 010B                        SUB    D
30 010C                        RET    NZ
31 010D                        LD     A,L
32 010E                        SUB    E
33 010F                        RET
```

(2 BYTE)
相対ジャンプJR, DJNZのテーブル。

オペコードのアドレスと, LISTを行うブロックのエンドアドレスを入れるためのバッファ。

DEとHLの比較サブルーチン。
DE=HLの時　ZF=1
DE>HLの時　CF=1

このプログラムの中で用いられているサブルーチンは次のものである。

GET	(cursor wink and get key)	例題6参照
PSG4K	(print space, get 4 hexa)	例題6参照
4HEXO	(4 hexa deta out)	例題5参照
2HEXO	(2 hexa data out)	例題5参照

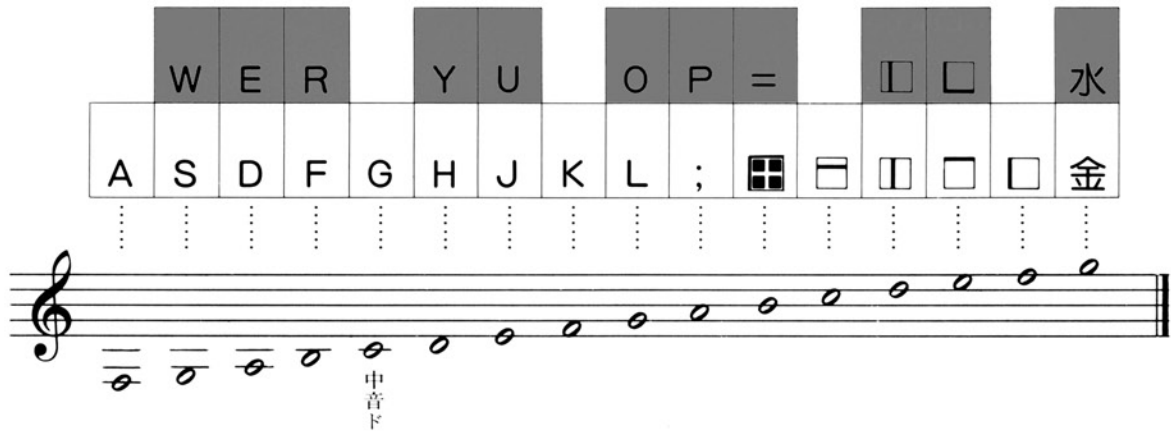
なおモニタサブルーチン等の定数に関するEQUの部分はこのリスト上には省かれている。

〔応用〕 Mコマンド, Wコマンド, Lコマンド, Gコマンド, (!コマンド) を持つマシン語モニタを作成せよ。Gコマンドでステップ動作をさせるには, どうすればよいか考えよ。

〔応用〕 Z80マシン語オペコードの分類を進めて, ニモニックのテーブルを作成し, Z80 DIS-ASSEMBLER (逆アセンブラ) を作成せよ。

10 キーボードを鍵盤とする電子オルガンを作成する。手前から3段目のキー（左端の"A"から右端の"金"まで）を白鍵として，4段目のキーを黒鍵として使い，中音のハ調のオクターブを挟んで，上下に五度ずつの音域をとることにしよう。

キーの取り込みは，モニタサブルーチンの"GETKY"を使用し，音を出したり止めたりするのは，モニタサブルーチンの"MSTA"，"MSTP"を使用する。

MZ―80Kのキーボードと，音階との関係を下図に示す。図はキーをわざと縦長に描いてあり，さらに，黒鍵として使うキーを黒くしてみた。

"GETKY"によってキーコードをとり込んだら，所定の音を作らなくてはならない。

モニタサブルーチン"MSTA"をコールした時に鳴る音は，2MHzを，11A1，11A2番地の2バイトデータで分周した周波数の音であるから，所望の音の周波数に近い音を得るような分周比をあらかじめ計算しておかなくてはならない。

発生周波数f(Hz)＝2(MHz)／分周比

右の表は上の式に従って，それぞれの周波数を得るために分周比を算出したものである。

表中のカッコで表示してある周波数が音名に対しての平均率音階であるが，本プログラムでは実測データより分周比を算出した。

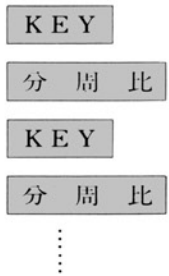
音　名	周波数(Hz)	分周比
低音ファ	175(174.6)	2CA4
＃ファ	186(185)	2A00
ソ	197(196)	27A8
＃ソ	208(207.5)	2582
ラ	222(220)	2331
＃ラ	233(233.1)	2187
シ	245(246.9)	1FE3
中音ド	261(261.6)	1DEE
＃ド	277(277.2)	1C34
レ	294(293.7)	1A92
＃レ	311(311.1)	191E
ミ	329(329.6)	17BF
ファ	350(349.2)	1652
＃ファ	373(370)	14F1
ソ	394(392)	13D4
＃ソ	417(415)	12BC
ラ	444(440)	1198
＃ラ	466(466.2)	10C3
シ	490(493.2)	0FF1
高音ド	522(523.3)	0EF7
＃ド	553(554.4)	0E20
レ	590(587.3)	0D3D
＃レ	621(622.3)	0C94
ミ	658(659.3)	0BDF
ファ	699(698.5)	0B2D
＃ファ	745(740)	0A7C
ソ	788(784)	09EA

プログラムのフローチャートを右に示す。"GETKY"によって，Accにキーのアスキーコードがとり込まれる。有効なキーは，鍵盤となるキーと，モニターへ制御を移すための，"！"キーとする。

！……GOTO　MONITOR

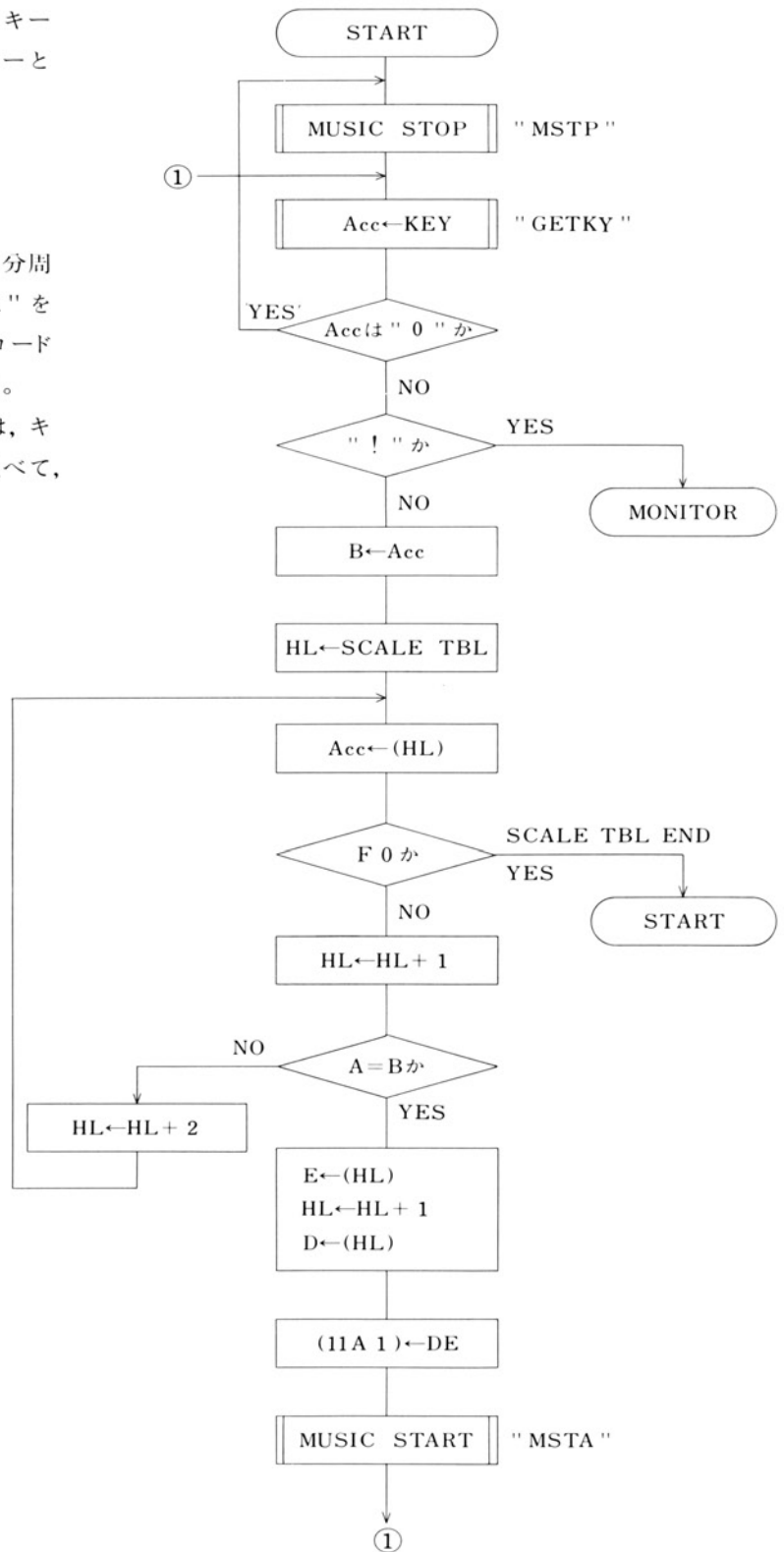
鍵盤のキーが押されたなら，出るべき音の分周比を11A1，11A2番地にストアして，"MSTA"をコールする。この場合，GETKYされたキーコードと分周比を表にしたテーブルを作成しておく。

この音階のテーブル(SCALE　TABLE)は，キーコードと，分周比の合計3バイトずつを並べて，次のように構成する。

SCALE　TABL

SCALE　TABLE中にKEYコードを見つけたら次の2バイトを分周比として，11A1，11A2番地にストアするようにする。

SCALE　TABLE中にKEYが見つからなかった場合，(TABLE　ENDは，F0とする) STARTへ戻って音を止める。

FLOWCHART

START
MUSIC　STOP　"MSTP"
①
Acc←KEY　"GETKY"
Accは"0"か　YES / NO
"！"か　YES → MONITOR
NO
B←Acc
HL←SCALE　TBL
Acc←(HL)
F0か　SCALE　TBL　END　YES → START
NO
HL←HL＋1
A＝Bか　NO → HL←HL＋2
YES
E←(HL)
HL←HL＋1
D←(HL)
(11A1)←DE
MUSIC　START　"MSTA"
①

電子オルガンプログラムのアセンブルリストを次に示す。

```
   ** Z80 ASSEMBLER SP-2101 PAGE 01 **
01 0000 P        MNTR:   EQU  0000H           ┐
02 0000 P        MSTP:   EQU  0047H           │ モニタサブルーチンをラベルシンボルに
03 0000 P        MSTA:   EQU  0044H           │ 定義する
04 0000 P        GETKY:  EQU  001BH           ┘
05 0000                  SKP  3


09 0000 CD4700   START0: CALL MSTP
10 0003 CD1B00   START1: CALL GETKY           ┐
11 0006 B7               OR   A               │
12 0007 28F7             JR   Z,START0        │ "!"が押されたらモニターへジャンプ
13 0009 FE21             CP   21H             │
14 000B CA0000           JP   Z,MNTR          ┘
15 000E 47               LD   B,A
16 000F 212B00           LD   HL,SCTBL
17 0012 7E       CMPR:   LD   A,(HL)
18 0013 FEF0             CP   F0H
19 0015 28E9             JR   Z,START0
20 0017 23               INC  HL
21 0018 B8               CP   B
22 0019 2804             JR   Z,+6
23 001B 23               INC  HL
24 001C 23               INC  HL
25 001D 18F3             JR   CMPR            ┐
26 001F 5E               LD   E,(HL)          │
27 0020 23               INC  HL              │ 11A1, 11A2番地に分周比をストアして
28 0021 56               LD   D,(HL)          │ "MSTA"をコール
29 0022 ED53A111         LD   (11A1H),DE      ┘
30 0026 CD4400           CALL MSTA
31 0029 18D8             JR   START1
32 002B                  SKP  3


36 002B 41       SCTBL:  DEFB 41H    ;"A"KEY   SCALE TABLEの先頭
37 002C A42C             DEFW 2CA4H  ;□ファ
38 002E 57               DEFB 57H    ;"W"KEY
39 002F 002A             DEFW 2A00H  ;□#ファ
40 0031 53               DEFB 53H    ;"S"KEY
41 0032 A827             DEFW 27A8H  ;□ソ
42 0034 45               DEFB 45H    ;"E"KEY
43 0035 8225             DEFW 2582H  ;□#ソ
44 0037 44               DEFB 44H    ;"D"KEY
45 0038 3123             DEFW 2331H  ;□ラ
46 003A 52               DEFB 52H    ;"R"KEY
47 003B 8721             DEFW 2187H  ;□#ラ
48 003D 46               DEFB 46H    ;"F"KEY
49 003E E31F             DEFW 1FE3H  ;□シ
50 0040 47               DEFB 47H    ;"G"KEY
51 0041 EE1D             DEFW 1DEEH  ;ド
52 0043 59               DEFB 59H    ;"Y"KEY
53 0044 341C             DEFW 1C34H  ;#ド
54 0046 48               DEFB 48H    ;"H"KEY
55 0047 921A             DEFW 1A92H  ;レ
56 0049 55               DEFB 55H    ;"U"KEY
57 004A 1E19             DEFW 191EH  ;#レ
58 004C 4A               DEFB 4AH    ;"J"KEY
59 004D BF17             DEFW 17BFH  ;ミ
60 004F 4B               DEFB 4BH    ;"K"KEY
```

```
     ** Z80  ASSEMBLER  SP-2101  PAGE  02  **
 01  0050  5216                   DEFW  1652H   ;ファ
 02  0052  4F                     DEFB  4FH     ;"O"KEY
 03  0053  F114                   DEFW  14F1H   ;#ファ
 04  0055  4C                     DEFB  4CH     ;"L"KEY
 05  0056  D413                   DEFW  13D4H   ;ソ
 06  0058  50                     DEFB  50H     ;"P"KEY
 07  0059  BC12                   DEFW  12BCH   ;#ソ
 08  005B  3B                     DEFB  3BH     ;";"KEY
 09  005C  9811                   DEFW  1198H   ;ラ
 10  005E  3D                     DEFB  3DH     ;"="KEY
 11  005F  C310                   DEFW  10C3H   ;#ラ
 12  0061  FB                     DEFB  FBH     ;"+"KEY
 13  0062  F10F                   DEFW  0FF1H   ;シ
 14  0064  E3                     DEFB  E3H     ;"□"KEY
 15  0065  F70E                   DEFW  0EF7H   ;□ド
 16  0067  F4                     DEFB  F4H     ;"□"KEY
 17  0068  200E                   DEFW  0E20H   ;□#ド
 18  006A  E2                     DEFB  E2H     ;"□"KEY
 19  006B  3D0D                   DEFW  0D3DH   ;□レ
 20  006D  EC                     DEFB  ECH     ;"□"KEY
 21  006E  940C                   DEFW  0C94H   ;□#レ
 22  0070  D7                     DEFB  D7H     ;"□"KEY
 23  0071  DF0B                   DEFW  0BDFH   ;□ミ
 24  0073  D4                     DEFB  D4H     ;"□"KEY
 25  0074  2D0B                   DEFW  0B2DH   ;□ファ
 26  0076  73                     DEFB  73H     ;"水"KEY
 27  0077  7C0A                   DEFW  0A7CH   ;□#ファ
 28  0079  75                     DEFB  75H     ;"金"KEY
 29  007A  EA09                   DEFW  09EAH   ;□ソ
 30  007C  F0                     DEFB  F0H     ;SCALE TBL END
 31  007D                         END
```

〔応用〕 アルペッジォを出す伴奏用オルガンを作成せよ。たとえば，Cを押した時にはCのコードのアルペッジオが鳴り，Amoll を出すときは何かキーを指定して行くというように。

アルペッジオの形の例を右に示す。ギターの代りに使うことができるかも知れない。

Cのアルペッジオ　　Amollのアルペッジオ

〔応用〕 今回作成したオルガンに，繰り返し演奏機能を付け加えよ。つまり，キーを押して演奏した通りに自動演奏をさせる。

この場合，押されたキーのコードを記憶するだけでなく，押された時間（音長）も記憶していなくてはならないから，タイムカウンタを考える必要がある。モニタサブルーチン"TIMST""TIMRD"は，秒単位しかカウントできないので，適当な，タイムカウントルーチンを作成するか，E002番地のTEMPO用のカウントデータを用いるとよい。

E002番地の内容は，CPUボード上の発振器555(IC1)により決まる周波数で，0,1をくり返している。(P.136を参照)

第７章
MZ-80Kシステムコントロール資料と解説

MZ-80K

Hyperboreer
Hippomolgen
Kikonen
Skylla
Ithaka
Trinakrie
Kyklopen
Odygia
Sparta
Kreta
Lydien
Phönicien
Cypern
Athiopen
Libyen
Theben
Region des Tages
Erember
Pygmaen
Fluss
Okeanos

7—1　アスキーコード表

——アスキーコードと，モニタサブルーチンとの関係は，次項"モニタサブルーチンの使い方"で解説される。

——表の見方は，上位4ビットがコラムに相当し，下位4ビットが，行に相当しており，たとえば，キャラクタ"A"のアスキーコードは，16進コードで41Hであり，"Z"は5AHである。

——ただし，表中の11H～16Hまでのコードは，カーソルコントロールのためのアスキーコードである。たとえばACCの内容が15Hの時，CALL PRNT(モニタサブルーチン)を行うとカーソルホームが行われる。("H"を表示するのではない)

——カッコのついていないカナ文字，たとえば"ァ"(87H)，などは小文字を表わす。

ASCii

LSD \ MSD	0 0000	1 0001	2 0010	3 0011	4 0100	5 0101	6 0110	7 0111	8 1000	9 1001	A 1010	B 1011	C 1100	D 1101	E 1110	F 1111
0　0000			SP	0	@	P		日	SP	ー	タ	ミ	SP			
1　0001		↓	!	1	A	Q		月	。	ア	チ	ム			♠	
2　0010		↑	"	2	B	R		火	「	イ	ツ	メ				
3　0011		→	#	3	C	S		水	」	ウ	テ	モ				♥
4　0100		←	$	4	D	T		木	、	エ	ト	ヤ				
5　0101		H	%	5	E	U		金	・	オ	ナ	ユ				
6　0110		C	&	6	F	V	¥	土	ヲ	カ	ニ	ヨ				
7　0111			'	7	G	W		生	ァ	キ	ヌ	ラ				
8　1000			(	8	H	X		年	ィ	ク	ネ	リ				♣
9　1001			)	9	I	Y		時	ゥ	ケ	ノ	ル				
A　1010			*	:	J	Z		分	ェ	コ	ハ	レ				♦
B　1011			+	;	K	[		秒	ォ	サ	ヒ	ロ				
C　1100			,	<	L	\		円	ャ	シ	フ	ワ				
D　1101	CR		-	=	M	]		¥	ュ	ス	ヘ	ン				
E　1110			.	>	N	↑		£	ョ	セ	ホ	゛				
F　1111			/	?	O	←	÷		ッ	ソ	マ	゜				π

7—2　モニタサブルーチンの使い方

SP-1002のモニタサブルーチンには次のものがある。ここで，用いているサブルーチン名は，サブルーチンの機能をシンボリックに表現したものである。

各サブルーチンで取り扱われるコードについては特に注意が必要である。表中で述べられるコードはいずれも16進コード表現である。

サブルーチン名 （16進番地）	サブルーチンの機能	レジスタ 保　存	スタック　数
CALL LETNL **(0006)**	行を替えて，次の行の先頭にカーソルをセットする。	AF以外は保存	8
CALL PRNTS **(000C)**	テレビ画面のカーソル位置にスペースを1個だけ表示する。	AF以外は保存	13
CALL PRNT **(0012)**	ACCにあるデータをASCiiコードと見て，テレビ画面のカーソル位置に表示する。ASCiiコードと，キャラクタの関係は，前頁の表を参照。ただし，0Dコードの時は，キャリッジリターンが実行され，11～16コードの時は，それぞれカーソルコントロールが実行される。	AF以外は保存	13
CALL MSG **(0015)**	テレビ画面のカーソル位置から，メッセージを表示する。 メッセージの先頭アドレスは，あらかじめDEレジスタに指定しておくこと。メッセージは，ASCiiコードで構成し，エンドマークは，0Dコードでなくてはならない。ただし，キャリッジリターンは実行されない。カーソルコントロール（11～16コード）は実行される。	全レジスタ保存	13
CALL BELL **(003E)**	中音のラ（約440Hz）を瞬間だけ鳴らす。	AF以外は保存	5
CALL MELDY **(0030)**	音楽データを演奏する。音楽データの先頭アドレスは，あらかじめ，DEレジスタに指定しておくこと。音楽データは，「BASIC解説書」88～89ページに示したストリングと同様に，音程，音長の順にASCiiコードで表現し，エンドマークは，0DまたはC8（キャラクタは■）でなければならない。 但し，リターン時にCフラグが0なら演奏完了，Cフラグが1なら途中で BREAK キーが押されたことを示す。	AF以外は保存	7
CALL XTEMP **(0041)**	演奏テンポを設定する。テンポのデータ（01から07）をACCにセットしてコールする。 ACC←01　最も遅い ACC←04　中位の速度 ACC←07　最も速い 注意が必要なのは，ACCに入れるコードは，1から7までのバイナリコードであり，1から7に相当するASCiiコード（31から37）ではない点である。	全レジスタ保存	4
CALL MSTA **(0044)**	指定された分周比の音を連続して鳴らす。 分周比nn′（2バイトのデータ）は，11A1番地にn′，11A2番地にnをストアしてコールする。 分周比と発生周波数の関係は 2MHz/nn′	BC，DEだけ保存	3

サブルーチン名 （16進番地）	サブルーチンの機能	レジスタ 保　存	スタック　数
CALL MSTP **(0047)**	音の発生をとめる。	AF 以外は保存	1
CALL TIMST **(0033)**	内蔵された時計をセットする。（時計はこのコールで起動される。） コールの条件は， 　ACC←0（AM），ACC←1（PM） 　DE←時間を，秒に直したもの（バイナリで2バイト）	AF 以外は保存	6
CALL TIMRD **(003B)**	内蔵された時計の値を読み取る。リターン時の状態は， 　ACC←0（AM），ACC←1（PM） 　DE←時間を，秒に直したもの（バイナリで2バイト）	AF，DE 以外は保存	3
CALL BRKEY **(001E)**	[SHIFT]＋[BREAK] が押されたかどうかをチェックする。 押されていれば，Zフラグはセット。 押されていなければ，Zフラグはリセット。	AF 以外は保存	1
CALL GETL **(0003)**	キーボードから1行分を入力する。 あらかじめ，入力データをストアするスタートアドレスを DE レジスタに指定しておくこと。エンドマークはキャリッジリターンによる。（この場合モニタはSP－1001，SP－1002いずれであってもエンドマークとして0Dコードがセットされる。） 入力文字数は，0D コードを含めて最大80文字である。 キー入力にはエコーバックが行われ，カーソルコントロールも受けつけられる。 [SHIFT]＋[BREAK] が押されたら，DE レジスタの示すアドレスの先頭にBREAKコード，次にキャリッジリターンがセットされて戻る。	全レジスタ保存	15
CALL GETKY **(001B)**	キーボードから1文字だけ ASCii コードを ACC に取り込む。 そのときキー入力がなければ，ACC に00がセットされて戻る。 但し，キー入力によるチャタリングは防止しておらず，エコーバックも行わない。 この GETKY を行う場合，モニタのバージョンによって，ACC に取り込まれる特殊キーコードが異なっている。[DEL] や [CR] などのキーがそれである。 これらの特殊キーの入力によって ACC に取り込まれるコードを次に示す。 ここで"ディスプレイコード"というのは，キャラクタジェネレータ内にあるキャラクタを呼びだすためのコード番号である。実際にACCに取り込まれるのはモニタプログラムのバージョンナンバによって異なる。	AF 以外は保存	9

GETKY による特殊キーの取り込み

特　殊　キ　ー	ディスプレイコード	ACC に取り込まれるコード	
		SP-1001	SP-1002
DEL	C 7	F 0	60
INST	C 8	F 0	61
英数	C 9	F 0	62
カナ	C A	F 0	63
BREAK	C B	1 B	64
CR	C D	0 D	66

<table>
<tr><th>サブルーチン名
(16進番地)</th><th>サブルーチンの機能</th><th>レジスタ
保　存</th><th>スタック数</th></tr>
<tr><td>CALL ASC
(03DA)</td><td>ACCの下位4ビットを16進数と見做し，ASCiiに変換したものをACCにセットしてリターンする。</td><td>AF以外は保存</td><td>1</td></tr>
<tr><td>CALL HEX
(03F9)</td><td>ACCの8ビットをASCiiと見做し，16進数に変換したものを，ACCの下位4ビットにセットしてリターンする。
リターン時のCF＝"0"　ACC←16進数
リターン時のCF＝"1"　ACCは保証されない。</td><td>AF以外は保存</td><td>1</td></tr>
<tr><td>CALL HLHEX
(0410)</td><td>連続した4個のASCii列を16進数列と見做し，HLレジスタにセットしてリターンする。コール及びリターン条件は次の通り。
DE←ASCii列の先頭アドレス(例"3""1""A""5")
CALL　HLHEX　　↑DE
CF＝0　HL←16進数(例 HL＝31A5H)
CF＝1　HLは保証されない。</td><td>AF，HL以外は保存</td><td>2</td></tr>
<tr><td>CALL 2HEX
(041F)</td><td>連続した2個のASCii列を16進数列と見做し，ACCにセットしてリターンする。コール及びリターン条件は次の通り。
DE←ASCii列の先頭アドレス(例 "3""A")
CALL　2HEX　　↑DE
CF＝0　ACC←16進数(例 ACC＝3AH)
CF＝1　ACCは保証されない。</td><td>AF，DE以外は保存</td><td>2</td></tr>
<tr><td>CALL ??KEY
(09B3)</td><td>カーソルを点滅させながら，キー入力を待つ。キー入力があるとディスプレイコードに変換してACCにセット後，リターンする。</td><td>AF以外は保存</td><td>7</td></tr>
<tr><td>CALL ?ADCN
(0BB9)</td><td>ASCii値をディスプレイコードに変換する。コール及びリターン条件は次の通り。
ACC←ASCii値
CALL　?ADCN
ACC←ディスプレイコード</td><td>AF以外は保存</td><td>3</td></tr>
<tr><td>CALL ?DACN
(0BCE)</td><td>ディスプレイコードをASCii値に変換する。コール及びリターン条件は次の通り。
ACC←ディスプレイコード
CALL　?DACN
ACC←ASCii値</td><td>AF以外は保存</td><td>3</td></tr>
<tr><td>CALL ?BLNK
(0DA6)</td><td>テレビ画面の垂直ブランキングをチェックする。垂直ブランキング期間になるまで待っており，ブランキングになったらリターンする。</td><td>全レジスタ保存</td><td>2</td></tr>
<tr><td>CALL ?DPCT
(0DDC)</td><td>テレビ画面上のディスプレイをコントロールする。コール時のACCとコントロールの関係は次の通り。
<table><tr><th>ACC</th><th>コントロール内容</th><th>ACC</th><th>コントロール内容</th></tr><tr><td>C0H</td><td>スクローリング</td><td>C6H</td><td>CLR キーと同機能</td></tr><tr><td>C1H</td><td>↓ キーと同機能</td><td>C7H</td><td>DEL キーと同機能</td></tr><tr><td>C2H</td><td>↑ キーと同機能</td><td>C8H</td><td>INST キーと同機能</td></tr><tr><td>C3H</td><td>→ キーと同機能</td><td>C9H</td><td>英数 キーと同機能</td></tr><tr><td>C4H</td><td>← キーと同機能</td><td>CAH</td><td>カナ キーと同機能</td></tr><tr><td>C5H</td><td>HOME キーと同機能</td><td>CDH</td><td>CR キーと同機能</td></tr></table></td><td>全レジスタ保存</td><td>10</td></tr>
<tr><td>CALL ?PONT
(0FB1)</td><td>現在のテレビ画面におけるカーソル位置をHLにセットする。リターン条件は次の通り。
CALL　?PONT
HL←テレビ画面上のカーソル位置(バイナリ)</td><td>AF，HL以外は保存</td><td>5</td></tr>
</table>

7—3　ディスプレイコード表

——ディスプレイコードとは，キャラクタジェネレータ内にあるキャラクタを呼び出すためのコード番号であり，テレビ画面へのキャラクタ表示はいつも，このコードをビデオＲＡＭに転送することによって行なわれている。

——モニタサブルーチンの"PRNT（0012H）"ルーチンや"MSG（0015H）"ルーチンでは，アスキーコードを，このディスプレイコードに変換して，カーソルの示すビデオRAMの位置へ，そのコードを転送しているのである。但し，表中のC1H～C6Hのコードはカーソルコントロール用の文字であり，カッコのついていないカナ文字，たとえば"ァ"(9EH)，などは小文字をあらわす。

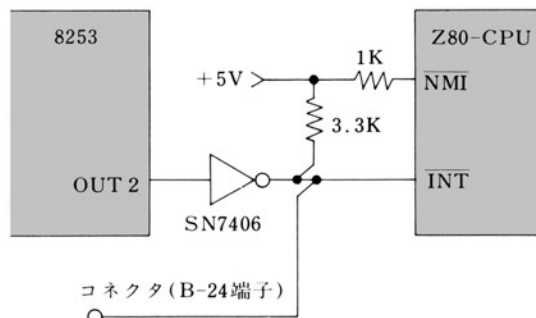
DISPLAY

LSD ＼ MSD	0 0000	1 0001	2 0010	3 0011	4 0100	5 0101	6 0110	7 0111	8 1000	9 1001	A 1010	B 1011	C 1100	D 1101	E 1110	F 1111
0　0000	SP	P	0		SP	↑	π		SP	セ	ワ	ム		日		SP
1　0001	A	Q	1		♠	<	!		チ	タ	ヌ	」	↓	月		
2　0010	B	R	2			[	"		コ	ス	フ	ィ	↑	火		
3　0011	C	S	3			♥	#		ソ	ト	ア	ュ	→	水		
4　0100	D	T	4		♦	]	$		シ	カ	ウ	ヲ	←	木		
5　0101	E	U	5		←	@	%		イ	ナ	エ	、	H	金		
6　0110	F	V	6		♣		&		ハ	ヒ	オ	ゥ	C	土		
7　0111	G	W	7			>	'		キ	テ	ヤ	ョ		生		
8　1000	H	X	8				(		ク	サ	ユ	°	H	年		
9　1001	I	Y	9		?	\	)		ニ	ン	ヨ	・		時	K	
A　1010	J	Z	ー				+		マ	ツ	ホ	ェ	大	分	K	
B　1011	K		=				*		ノ	ロ	ヘ	ッ		秒		
C　1100	L		;						リ	ケ	レ	゛		円		
D　1101	M		/						モ	「	メ	゜	¥	¥	÷	
E　1110	N								ミ	ァ	ル	ォ		£		
F　1111	O		,						ラ	ャ	ネ	ー				

7—4　割込みを使用する上での注意

MZ-80Kの本体後部のコネクタには，Z80-CPUの$\overline{\text{INT}}$信号が接続されている。$\overline{\text{INT}}$信号周りの回路は右図のようになる。外部から$\overline{\text{INT}}$信号を接続する場合はオープンコレクタのドライバを利用するのが望ましい。

ノンマスカブル・インタラプト信号（$\overline{\text{NMI}}$）は内部でプルアップしてある。(プルアップ抵抗は1KΩ)

またMZ-80Kのモニタプログラムでは割込みモードをモード1に設定し割込み禁止の状態にある。このあとの動作は次の2通りが考えられる。

(1)　BASICプログラムのTI$を動作させる場合

現在MZ-80K用として開発されているBASICプログラムはすべてTI$によって時計機能を付与されている。計時用カウンタとして8253のカウンタ＃1，＃2共に利用しているが，BASICプログラムの起動時には0時0分0秒を設定している。8253のカウンタ設定と同時に割込みが許可される。その後，12時間ごとに8253のOUT2端子がハイレベルになり，$\overline{\text{INT}}$信号による割込みでプログラム上の24時間時計を作っている。

このためBASICプログラム動作時に，外部から$\overline{\text{INT}}$信号を使用するには充分な注意を必要とする。BASICプログラム内では割込みモードを1として時計機能を動作させているわけで，CPUが割込みを受けると，0038H番地へのリスタート命令を実行する。この0038H番地には"JP 1038H"命令が置かれ，更に1038H番地から時計の更新プログラムへジャンプしている。そこへ外部から$\overline{\text{INT}}$信号を有効にすると，8253からの割込みと区別がつかなくなる。以上の理由から，BASICプログラム動作には$\overline{\text{INT}}$信号を使わないか，使う場合には時計機能を止めるかしなければならない。

(2)　ユーザー独自のプログラムを動作させる場合

ユーザーがSYSTEM PROGRAMを使って，独自のプログラミングを行なう場合$\overline{\text{INT}}$信号は任意に利用することができる。Z80-CPUのマスカブルインタラプトは，モード0，1，2があり，モニタプログラムではモード1に設定してあるので，ユーザープログラム内で，任意のモードに変えて使用する。さらに8253にはリセット機能がないので，OUT2からの割込みをマスクするには，コントロールワードをセットするだけにして，カウンタのプリセットを実行しないようにすればリセットと同じ機能がはたらく。

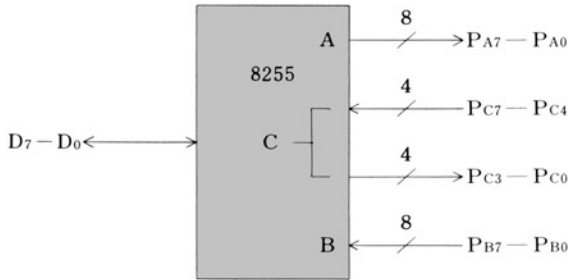
またモニタプログラム内では割込み禁止にセットしてあるので，適宜"EI"命令を実行する必要がある。

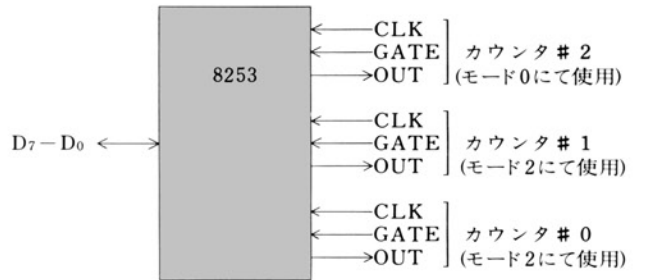
7―5　E000$_H$番地内の考え方

E000$_H$番地は各種端末コントロール用として，メモリマップドI-0（Memory Mapped I-0）を設定している。本体ボードの8255（Programmable Peripheral Interface），8253（Programmable Interval Timer）にE000$_H$～E008$_H$番地まで割り当てられる。

モニタプログラムにおける8255，8253のモード設定は次のようになる。

コントロールワード

D_7	D_6	D_5	D_4	D_3	D_2	D_1	D_0
1	0	0	0	1	0	1	0

コントロールワード

D_7	D_6	D_5	D_4	D_3	D_2	D_1	D_0	
0	1	1	1	0	1	0	0	カウンタ #2に1秒定数をセット。
1	0	0	0	0	0	0	0	カウンタ #2のリード。
0	0	1	1	0	1	0	0	分周比セット。

8255のポート定義（モード0）

A		B		グループA			グループB	
D_4	D_3	D_2	D_1	ポートA	ポートC（上4ビット）	#	ポートB	ポートC（下4ビット）
0	0	0	0	出力	出力	0	出力	出力
0	0	0	1	出力	出力	1	出力	入力
0	0	1	0	出力	出力	2	入力	出力
0	0	1	1	出力	出力	3	入力	入力
0	1	0	0	出力	入力	4	出力	出力
0	1	0	1	出力	入力	5	出力	入力
0	1	1	0	出力	入力	6	入力	出力
0	1	1	1	出力	入力	7	入力	入力
1	0	0	0	入力	出力	8	出力	出力
1	0	0	1	入力	出力	9	出力	入力
1	0	1	0	入力	出力	10	入力	出力
1	0	1	1	入力	出力	11	入力	入力
1	1	0	0	入力	入力	12	出力	出力
1	1	0	1	入力	入力	13	出力	入力
1	1	1	0	入力	入力	14	入力	出力
1	1	1	1	入力	入力	15	入力	入力

8253のコントロールワードフォーマット

D_7	D_6	D_5	D_4	D_3	D_2	D_1	D_0
SC1	SC0	RL1	RL0	M2	M1	M0	BCD

SC1	SC0	カウンタの選択
0	0	カウンタ・0
0	1	カウンタ・1
1	0	カウンタ・2
1	1	不適当

RL1	RL0	リード/ロード選択
0	0	カウンタの内容をラッチング
0	1	MSBだけのリード/ロード
1	0	LSBだけのリード/ロード
1	1	MSB，LSBの順のリード/ロード

M2	M1	M0	モード選択
0	0	0	モード0
0	0	1	モード1
×	1	0	モード2
×	1	1	モード3
1	0	0	モード4
1	0	1	モード5

BCD	Binary/BCD選択
0	16ビットバイナリカウンタ
1	4桁BCDカウンタ

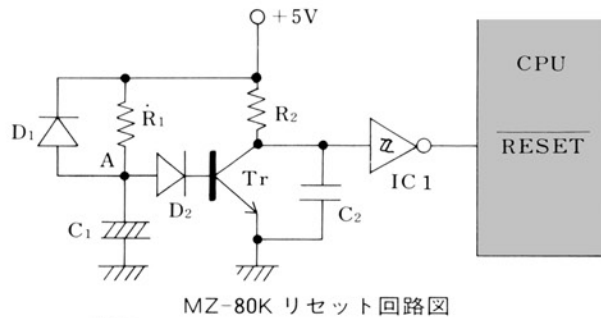
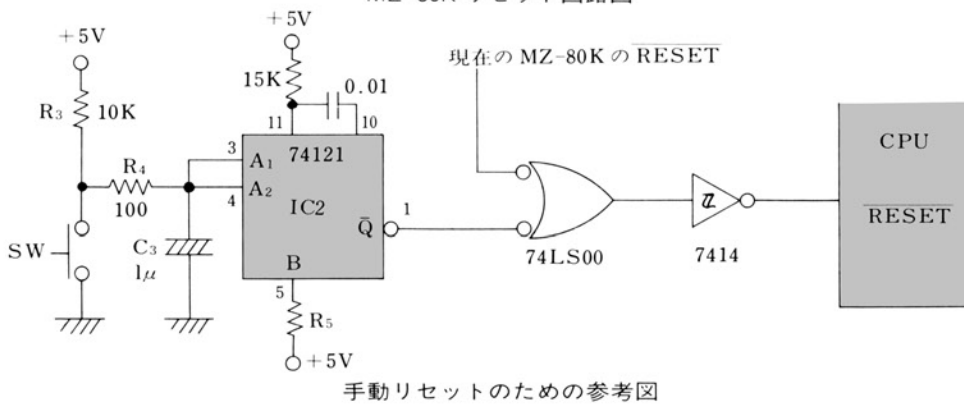
7—6　メモリマップドI-Oチャート

番地(16進)	メモリ・リード	メモリ・ライト
E000 (KEYPA)		D_7—カーソル点滅用タイマのリセット D_3 〜 D_0 ― キーボードスキャンのロー出力
E001	D_7 〜 D_0 ― キーボードスキャンのカラム入力	
E002 (KEYPC)	D_7—$\overline{\text{V-BLANK}}$ D_6—カーソル点滅用タイマのステータスビット D_5—カセット装置からの読み取りデータ D_4—カセット装置のRecord/Playボタンの検出	D_3—カセット装置のモータをON/OFFするためのパルス D_2—英数/カナランプ D_1—カセット装置への書き込みデータ D_0—$\overline{\text{V-GATE}}$
E003 (KANAST)		8255のCポートのシングルビットセット/リセット 英数(青)ランプ—LD A, 05H LD (E003H), A カナ(赤)ランプ—LD A, 04H LD (E003H), A
E004		8253のカウンタ・0のセット MZ-80Kでは2MHZのクロックを8253のカウンタ・0で分周して音階周波数を発生させている。モニタサブルーチンに於いて説明した、"CALL MSTA"で分周比のセットとGATEの制御がなされている。
E005	8253のカウンタ・1の読み取り	8253のカウンタ・1のプリセット
E006	8253のカウンタ・2の読み取り	8253のカウンタ・2のプリセット
E007		8253のモード設定
E008	D_0—テンポ用タイマのステータスビット	D_0—Music Start(1), STOP(0)

7―7　ハードウェアリセットの考え方

一般に，電源投入時におけるマイクロコンピュータの動作状態は定まっていない。定まった初期の動作開始状態に持ち込むために，リセット信号RESETが用いられる。

リセット信号が与えられると，プログラムカウンタの内容が0になる。リセット信号に続いて，0番地以降に書かれているモニタプログラムによって，MZ-80Kの動作を開始させることが出来る。

MZ-80Kでは，電源投入と同時に，自動的にリセット信号が加わるように設計されている。その概略回路図を次に示す。

MZ-80K リセット回路図

手動リセットのための参考図

電源がONとなると，R_1にはC_1の充電電流が流れC_1が充電してしまうまで，Trのベース電位を低く保つ。この状態においてTrはOFFであるので，コレクタ出力は高電位となる。インバータIC1によって反転させられて，CPUの$\overline{\text{RESET}}$は低電位となりリセットされる。

C_1の充電によって，A点の電位がTrのV_{BE}とD_2の順方向電圧V_Dの和になると，TrがONとなりリセット信号が解除される。電源がOFFになるとC_1に充電されていた電荷はD_1を通して放電されるので，電源をOFFにした後すぐにONしてもリセット信号は正常に動作する。

このように，MZ-80Kでは電源投入時にのみリセットが加わるのであるが，電源を切らないでリセット信号を与えたい場合が暫々生ずる。たとえば，BASICプログラムにおいて誤ったPOKE命令の使い方をした場合にBASICインタプリンタが壊されて，暴走状態となる。再度実行させるには，一度電源を切らなくてはならない。電源を切断することによってRAMに書き込まれているデータ・プログラムは消去され再実行まで，時間がかかることになる。

手動によってリセットを与えるための回路図を上の右図に示しておく。

IC2は，単安定マルチバイブレータであり，図のようにBが高電位に保たれている。動作中において，C_3は充電されているので，SW-ONによって，A_1及びA_2は低電位に落ちる。その結果$\overline{Q}$には負のパルスが発生しリセット信号として働く。

（尚，CPUがリセットされても，プログラムが正常かどうかは別問題ですので注意が必要です。また、この図は参考図であり，回路の詳細について責務は負いかねます。）

7—8　参考文献

著者	年	書名	出版社
シャープ㈱	1978	マイクロコンピュータZ80ハンドブック	エレクトロニクスダイジェスト社
シャープ㈱	1978	マイクロコンピュータZ80アプリケーションマニュアル	エレクトロニクスダイジェスト社
W.バーデン.Jr 寺田浩詔監訳	1979	Z80マイクロコンピュータ	丸善

■はじめて学ぶ人のために

著者	年	書名	出版社
シャープ㈱	1978	マイコン読本	エレクトロニクスダイジェスト社
樹下行三著	1977	マイクロコンピュータ〔I〕基礎編	エレクトロニクスダイジェスト社
		マイクロコンピュータ〔II〕プログラム編	エレクトロニクスダイジェスト社
浦　昭二著	1970	アセンブリ言語	培風館
庄司　渉著	1979	わかるアセンブラプログラミング	電波新聞社

■本格的な学習のために

著者	年	書名	出版社
J.J.ドノバン著	1974	システムプログラム　I，II	日本コンピュータ協会
D.グリス著	1978	コンパイラ作成の技法	日本コンピュータ協会
N.ヴィルト著	1979	アルゴリズム＋データ構造＝プログラム PASCAL	日本コンピュータ協会

MZ-80K

Hyperboreer
Hippomolgen
Kikonen
Skylla
Trinakrie
Kyklopen
Itaka
Sparta
Odygia
Kreta
Lydien
Phönicien
Theben
Athiopen
Erember
Region des Tages
Pygmaen
Fluss
Okeanos

MZ-80K

Hyperboreer
Hippomolgen
Kikonen
Skylla
Ithaka
Trinakrie
Kyklopen
Odygia
Sparta
Kreta
Paphlagonier
Lydien
Phönicien
Cypern
Theben
Liby
Region des Tages
Pygmäen
Erember
Äthiopen
Fluss
Okeanos